Table de la technologie

Mise en valeur des innovations technologiques visant à atténuer les émissions de gaz à effet de serre

Version définitive

Le 10 décembre 1999

(Page laissée blanche à dessein)

TABLE DES MATIÈRES

LETTRE DES COPRÉSIDENTS DE LA TABLE *5*

AVANT-PROPOS *8*

RÉSUMÉ *9*

CHAPITRE 1 ..... **16**
Introduction et contexte 16
1.1 Le Protocole de Kyoto 16
1.2 La Table de la technologie 17
1.2.1 Mandat et délai d'exécution 17
1.2.2 Liens avec les autres tables 18
1.2.3 Principes directeurs et approche 19
1.2.4 Le plan de travail de la Table 20
1.2.5 Membres 22

CHAPITRE 2 ..... **23**
Les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre – domaines des besoins nationaux 23

CHAPITRE 3 ..... **27**
Capacité canadienne de répondre au besoin de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre à l'avenir 27
3.1 Les technologies exemplaires d'avenir 29

CHAPITRE 4 ..... **35**
Une perspective des conditions du marché international pour les technologies d'atténuation des GES et leurs rapports avec les besoins nationaux 35
4.1 Évaluation des besoins du marché international 36
4.2 Évaluations complémentaires des pays ciblés 38
4.3 Rapport entre les débouchés nationaux et internationaux 39

CHAPITRE 5 ..... **41**
Capacité d'innovation canadienne pour l'atténuation des gaz à effet de serre 41
5.1 Mise en valeur de l'innovation 41
5.2 Avantages de l'innovation technologique 45
5.3 Besoins actuels de mise en valeur du système d'innovation pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre 45

CHAPITRE 6 ..... **48**
Options à l'intention des ministres 48
6.1 L'infrastructure cognitive 51
6.2 Démonstration et commercialisation 53
6.3 Climat commercial pour l'innovation 55
6.4 Promotion des rapports 57
6.5 Sommaire des options et principes de mise en œuvre 61

CHAPITRE7 ..... **65**
Conclusions et complément d'étude 65

Liste des figures

1. Différences entre la Table de la technologie et les tables sectorielles 18
2. Modèle de système d'innovation 20
3. Plan de travail de la Table de la technologie 21
4. Critères de sélection utilisés pour déterminer les technologies exemplaires d'avenir 28
5. Innovation des technologies relatives aux gaz à effet de serre dans un contexte canadien - ce qui doit être accompli 44
6. Exemple des efforts exigés pour développer une technologie d'avenir 49
7. Expériences acquises sur les guides technologiques 59
8. Modèle décisionnel de Suncor pour les mesures relatives aux gaz à effet de serre 66

Listes des tableaux

1. Besoins définis par les membres de la Table de la technologie 25
2. Technologies exemplaires d'avenir 29-33
3. Marché international éventuel pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre 37
4. Exemples de technologies qui répondent aux besoins nationaux et internationaux 40
5. Exigences du système d'innovation canadien pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre 46
6. Sommaire des options et profils du financement 63

Liste des annexes

1. Membres de la Table de la technologie A-1
2. Méthodes d'évaluation des besoins technologiques nationaux A-3
3. Liste des quelque 1 300 technologies mondiales actuelles, en évolution et futures pour réduire les émissions de GES A-9
4. Profils des technologies exemplaires d'avenir A-33
5. Méthode d'évaluation des besoins technologiques généraux internationaux A-145
6. Sommaire intégré des besoins technologiques nationaux et internationaux A-155

7A. Descriptions sommaires des évaluations des besoins des pays A-163

7B. Évaluation détaillée des pays pour les besoins internationaux A-173

8. Jonction des besoins nationaux et internationaux A-271
9. Méthodologie d'étude sur les mesures nationales et internationales concernant l'innovationtechnologique relative aux gaz à effet de serre A-279
10. Exemples de mesures nationales actuelles A-281
11. Exemples de mesures internationales A-285

Lettre des coprésidents de la Table

Nous sommes heureux de présenter ce rapport qui décrit le travail de la Table de la technologie. Nous croyons qu'il contribuera grandement à l'effort national du Canada visant à élaborer une stratégie nationale de mise en œuvre sur le changement climatique.

Les observations faites par la Table de la technologie et les options soumises à l'étude des ministres, pour un investissement important et soutenu dans le développement et commercialisation de la technologie, sont des éléments essentiels de la stratégie nationale d'intervention pour le changement climatique. La mise en œuvre, par les gouvernements provinciaux et fédéral, des options proposées par la Table:

(i) contribuera à promouvoir le développement de technologies d'avenir respectueuses de l'environnement;
(ii) placera de façon plus avantageuse les entreprises canadiennes, afin qu'elles puissent récolter une part des retombées économiques provenant des marchés nationaux et internationaux en développement.

L'investissement soutenu renforcera également la capacité d'innovation du Canada, de façon à accroître au fil du temps les avantages qui en seront tirés.

Nous sommes conscients que l'atteinte de l'objectif fixé à Kyoto constitue un défi intimidant. Nous croyons fermement qu'un niveau concerté et soutenu d'investissement dans le développement technologique est un élément-clé essentiel de la stratégie canadienne d'intervention pour le changement climatique. Seul un tel investissement permettra au Canada d'accroître ses compétences nécessaires à l'innovation, afin de réduire les émissions à l'intérieur de la période prévue dans le Protocole de Kyoto et au-delà de cette période et de profiter des débouchés internationaux y étant associés.

Des questions et des préoccupations, soulevées pendant nos travaux effectués avec la Table de la technologie, justifient des commentaires particuliers des coprésidents.

La principale question consiste à savoir comment la contribution à la technologie, au sens large, est perçue et intégrée dans la stratégie d'ensemble. Le mandat de la Table de la technologie était axé sur le développement technologique, c'est-à-dire le côté «offre» de l'équation. Par contraste, les moyens pour accroître l'utilisation (y compris à l'aide de réglementation) des technologies déjà courantes ont été un point de mire des tables sectorielles dans le cadre de leurs options pour réduire les émissions de gaz à effet de serre dans chaque secteur principal. Clairement, cette distinction faite entre le développement et l'utilisation, bien que nécessaire pendant l'exécution des travaux relatifs à une stratégie d'ensemble, ne respecte pas l'étroite interaction et l'interdépendance qui existent entre les utilisateurs et les fournisseurs des technologies. Il sera important que ces aspects soient réunis dans le cadre d'une stratégie d'ensemble de l'innovation et par conséquent, nous recommandons qu'une fusion intégrée des aspects

du développement technologique des tables sectorielles et la Table de la technologie soit entreprise dès que les rapports sur les options seront terminés.

Afin de réussir à s'attaquer aux nombreuses questions difficiles concernant l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ce changement, à compter d'aujourd'hui jusqu'à la période d'atteinte des objectifs fixés à Kyoto – et bien au-delà de celle-ci – nous devons souligner l'importance de maintenir une approche nationale qui allie les efforts de tous les échelons de gouvernement, de l'industrie et du public. La grande participation et l'engagement envers la Table de la technologie des représentants d'associations industrielles, des fonctionnaires provinciaux et fédéraux, des ONGE et du monde de l'enseignement ont été exemplaire et représenté un élément essentiel des travaux de notre Table. Une telle approche nationale et des secteurs public et privé doit se poursuivre. Cette approche doit prendre appui sur les partenariats fédéraux-provinciaux et également prendre en considération les besoins particuliers et les contributions éventuelles de toutes les régions du Canada.

Il sera essentiel de trouver une participation équilibrée de tous les éléments de la structure nationale en ce qui concerne les options de la Table. Bien que cela n'ait pas été discuté longuement lors des réunions de la Table, il a été reconnu dès le début que toute stratégie nationale de changement climatique doit reconnaître le besoin d'établir des partenariats entre les gouvernements fédéral et provinciaux et entre les gouvernements et le secteur privé. Il est important que les options mènent à la prise de mesures qui amélioreront les partenariats existants et qui en établiront là où il n'en existe pas actuellement. Le concept des fonds nationaux monolithiques ne semblerait pas se conformer à cette exigence. Dans l'énonciation des options de la Table, nous avons essayé de respecter le besoin de ce sentiment primordial du partenariat. Cependant, cela soulève des questions complexes de mise en œuvre.

L'élaboration de prévisions *ex ante* quantitatives des répercussions de l'investissement soutenu et considérable que nous recommandons n'a pas été possible. En conséquence, il a été difficile pour la Table de fournir des justifications pour chaque secteur technologique individuel, appuyées par des estimations fermes et fiables des résultats économiques et l'ampleur exacte des réductions de gaz à effet de serre. Des données plus spécifiques au rendement, des analyses et des modèles additionnels seront nécessaires pour traiter de ces questions. Ceci a été reconnu par les options qu'ont présentées les participants à l'atelier sur les enjeux et les modèles de la Table de la technologie. En tant que coprésidents, nous partageons les préoccupations des membres de la Table, à savoir qu'il y a un risque à présenter des options qui requièrent des investissements pour améliorer l'innovation et faire avancer des technologies d'avenir sans une telle analyse. Bien que nous ne puissions pas présenter une analyse détaillée afin de défendre chaque secteur technologique particulier, nous croyons fermement que des investissements de toute l'ampleur indiquée seront requis, si le Canada doit développer une capacité innovatrice afin de faire face aux énormes défis que présente le changement climatique et de profiter des avantages provenant des occasions internationales y étant associées.

Nous devons préciser que les technologies d'avenir décrites dans ce rapport doivent être vues comme de bons exemples de la capacité du Canada pour développer de nouvelles technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Les technologies sont données à titre indicatif et ne définissent pas les seuls secteurs technologiques qui reflètent la capacité du Canada. Nous avons pris soin de ne pas donner l'impression de «choisir les meilleurs».

Un travail considérable reste encore à faire pour déterminer les technologies d'avenir les plus avantageuses, ouvrir judicieusement la voie à l'avancement de leur développement, évaluer plus précisément l'étendue des nouveaux débouchés pour les technologies d'atténuation des GES et élaborer des partenariats à partir des points forts et de l'expertise que nous avons aujourd'hui. Nous sommes conscients que cela prendra du temps, des efforts et de la patience; il faudra surtout de la perspicacité et du leadership et nous espérons que ce rapport sera en mesure d'y contribuer d'une façon quelconque, si petite soit-elle.

Clive Willis et Graham Campbell
Coprésidents, Table de la technologie

Avant-propos

Ce rapport est un sommaire des observations, des résultats et des options de la Table de la technologie relativement au développement et à la commercialisation de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre afin qu'elles soient prêtes pour le marché. Les options ont été élaborées afin que les ministres fédéraux et provinciaux de l'énergie et de l'environnement puissent les examiner dans le cadre de la stratégie nationale de mise en œuvre sur le changement climatique.

Ce rapport traite exclusivement des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. La Table de la science, des effets et de l'adaptation a la responsabilité de définir les besoins pour les technologies de l'adaptation, ce qui sera fait ultérieurement dans son plan de travail. Une fois que la Table de la science, des effets et de l'adaptation aura fourni de meilleurs renseignements relatifs aux caractéristiques et aux priorités des répercussions environnementales possibles, la Table de la technologie (ou son successeur) pourra aider à déterminer des technologies permettant de s'adapter aux conditions ambiantes changeantes imputables au changement climatique.

Résumé

Les mesures que prendra le Canada pour relever le défi important que représente l'atteinte des objectifs d'atténuation des gaz à effet de serre doivent inclure des investissements soutenus dans l'innovation afin d'assurer que les nouvelles technologies sont conçues, développées et commercialisées à l'intérieur du délai prescrit en vertu du Protocole de Kyoto et au-delà de celui-ci. De tels investissements devraient viser à fournir un soutien déterminé pour tous les stades du cycle d'innovation technologique, allant de la recherche de base jusqu'à la découverte de nouvelles solutions innovatrices basées sur des approches fondamentalement différentes, à l'élaboration de nouvelles technologies par le biais d'une recherche et d'un développement bien ciblés et finalement, à la démonstration de la viabilité technique et économique des technologies qui sont sur le point d'être commercialisées.

Ces investissements ont pour le Canada les avantages suivants :

- ils augmentent la disponibilité des technologies de pointe afin d'aider le Canada et le monde entier à atteindre les objectifs d'atténuation des gaz à effet de serre et ce, à partir de maintenant jusqu'à la période fixée à Kyoto et au-delà de celle-ci;

- ils accroissent la disponibilité des technologies qui contribuent à d'autres avantages environnementaux tels que la qualité de l'air et la gestion des ressources durables;

- ils multiplient les occasions commerciales des entreprises canadiennes fournissant des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre, au pays et à l'étranger.

La Table de la technologie a élaboré des options relatives à l'amélioration de l'innovation technologique visant à atténuer les émissions de gaz à effet de serre, options qu'examineront les ministres fédéraux et provinciaux de l'énergie et de l'environnement. Ces options sont fondées sur l'intégration d'une analyse des besoins nouveaux pour les technologies des gaz à effet de serre sur les marchés nationaux et internationaux, sur la disponibilité actuelle des solutions technologiques nouvelles, sur l'inventaire de mesures existantes qu'utilisent les gouvernements afin de faire progresser leur élaboration et sur les capacités et les besoins actuels du système d'innovation canadien relatif aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Le contenu et la portée des options ont été enrichis par la formation et les compétences diverses des membres de la Table, qui ont été recrutés de diverses entreprises et associations industrielles, six ministères provinciaux, trois ministères et organismes fédéraux, d'organismes non gouvernementaux intéressés par la protection de l'environnement et d'universités.

Les éléments de l'innovation canadienne fournissent une plate-forme et un mécanisme pour orienter des investissements bien ciblés, qui augmenteront l'approvisionnement en technologies d'atténuation des gaz à effet de serre qui sont déjà prêtes à être commercialisées. En particulier, des investissements sont indispensables dans quatre

secteurs généraux de l'innovation : i) pour le financement de nouvelle R.-D. fondamentale et appliquée, afin de trouver et d'élaborer de nouvelles solutions innovatrices; ii) pour les programmes, afin de soutenir la démonstration du rendement technique et de la viabilité économique des nouvelles technologies; iii) pour l'apport d'améliorations à l'environnement de l'entreprise; iv) pour favoriser les rapports entre les principaux intervenants du système. Il est extrêmement important pour le succès de tous les investissements que les rapports soient améliorés entre les fournisseurs et les utilisateurs de technologies, entre les fournisseurs de technologies et les promoteurs de la technologie dans les laboratoires et les instituts, entre le monde de l'enseignement, l'industrie et les laboratoires et entre les fournisseurs de technologies canadiens et les marchés internationaux.

Dans ce rapport, huit options sont présentées dans le but d'améliorer le système d'innovation canadien relatif aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Les options proposées par la Table de la technologie[1] figurent ci-dessous. Elles représentent un investissement annuel total allant de 116 millions de dollars la première année, à 535 millions de dollars la cinquième année et sont regroupées dans les secteurs qui suivent:

- **L'infrastructure cognitive**

  1. Concours de découvertes nationales relatives au changement climatique
  2. Soutien accru pour l'avancement des connaissances de base
  3. Fonds de développement des technologies relatives au changement climatique

- **Démonstration et commercialisation**

  4. Programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique

- **Climat commercial pour l'innovation**

  5. Commercialisation internationale
  6. Réduction des risques et facilitation de l'accréditation

- **Promotion des rapports**

  7. Pôles et guides technologiques
  8. Forum de communication pour les initiatives technologiques

[1] Les options ne sont pas présentées par ordre de priorité. Elles sont plutôt regroupées selon les composantes de l'innovation et les rapports entre celles-ci.

Un sommaire des options et de leurs profils de financement recommandé est fourni à la fin de cette section sous forme de tableau (p.15).

La Table n'a pas déterminé d'options précises pour augmenter la base des ressources humaines, car elle a pensé que la question serait abordée indirectement par plusieurs des options proposées.

On croit que les options fourniront un moyen optimal d'accroître la compétitivité des entreprises canadiennes, de diminuer les intensités équivalentes d'énergie et de carbone des produits canadiens, avec le double avantage de baisser les coûts d'exploitation, tout en appuyant les réductions à long terme des gaz à effet de serre. Cependant, il faut souligner que les niveaux d'investissement déterminés par la Table reflètent les niveaux d'effort que l'on croit nécessaires pour réussir, mais n'engagent pas les gouvernements ou l'industrie à faire ces investissements.

Bien que l'investissement recommandé soit présenté sur cinq ans seulement, la Table croit que l'investissement devrait être soutenu au-delà de cette période initiale. La Table souligne que le statu quo n'est pas la voie indiquée, étant donné l'ampleur du défi et qu'un engagement et un investissement concertés et soutenus sont essentiels.

Alors que chaque option contribuera considérablement à renforcer un élément en particulier du système d'innovation du Canada relativement aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre, la force se trouve dans la fusion de ces options et la création d'un système qui fournit une approche globale.

Pour mettre en œuvre ces options, il faut considérer attentivement les intérêts régionaux dans les dimensions et la nature de l'intervention du Canada au défi que présente le changement climatique. Les investissements doivent, par conséquent, correspondre aux besoins régionaux et être basés sur les capacités régionales. Ceci exige un mécanisme de gestion publique horizontale qui dirige les investissements, faisant appel à une représentation des gouvernements provinciaux et fédéral et d'organismes de développement régionaux. La Table de la technologie est d'avis, en prévision de l'avenir, que c'est par l'intermédiaire des programmes et des mécanismes existants qu'il faudrait surtout investir.

Le Canada a de nouveaux points forts, soit les technologies qui promettent d'atténuer les gaz à effet de serre, ici et à l'étranger et qui peuvent être ajoutées aux produits technologiques déjà offerts par les entreprises canadiennes. Les secteurs des technologies d'avenir qui illustrent la nouvelle capacité et les possibilités d'affaires du Canada incluent:

Approvisionnement en combustibles fossiles	***Production d'énergie***
Gazoducs	Électricité provenant de sources renouvelables ou exemptes de CO_2
Technologies de production d'énergie et de composés carbonés	Combustion de la biomasse
Technologies visant à réduire ou utiliser les émissions fugitives de gaz provenant des combustibles fossiles	Hydroélectricité à grande échelle
	Conversion de la biomasse
	Fission nucléaire

Technologies pour augmenter l'approvisionnement en gaz naturel	Turbines à gaz stationnaires
Utilisation finale de l'énergie[2] Piles à combustible Édifices à haute efficacité énergétique Transports et systèmes de transport : systèmes intelligents de transport ; technologie de pointe des véhicules et du carburant ; réseaux de transport en commun	***Gestion du CO_2*** Gestion géologique du CO_2
Émissions de GES non énergétiques CO_2 provenant de la production de ciment Technologies pour capter le méthane des sites d'enfouissement Méthane provenant de l'usage du fumier Digestion anaérobie des déchets solides municipaux Oxyde nitreux provenant des fertilisants	***Technologies transversales*** Technologies de l'hydrogène Technologies transversales - Électrotechnologies - Matériaux nouveaux - Catalyseurs - Stockage de l'énergie - Biotechnologies - Technologies gazières - Technologies de séparation - Simulation et modélisation Technologies d'intégration de système Technologies utilisant des sources d'énergie à faible teneur en carbone

Ces technologies d'avenir données à titre indicatif ne correspondent certainement pas aux seuls secteurs où des occasions se présentent. D'autres secteurs présentent des possibilités comparables. Un investissement supplémentaire est nécessaire afin d'accélérer le développement de ces technologies et des autres qui suivront.

Les perspectives du marché international des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre semblent très importantes, favorisées par l'éventuel essor des pays en développement et par l'engagement d'un plus grand nombre de pays envers le Protocole de Kyoto. Bien que beaucoup plus de travail soit nécessaire pour préciser l'ampleur et le rythme de croissance des marchés internationaux, treize pays ont été sommairement étudiés:

États-Unis	Mexique	Inde
Australie	Fédération de Russie	Brésil
Espagne	Ukraine	Argentine
République tchèque	Chine	Thaïlande
Pologne		

Dans chaque cas, il y a une bonne concordance entre les besoins des pays relativement aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre et les solutions proposées par le Canada. Il s'ensuit que de diriger les investissements en développement technologique

[2] Les technologies industrielles de procédé d'utilisation finale n'ont pas été considérées.

vers les secteurs qui répondent aux besoins du Canada ainsi qu'à ceux de ces pays devrait être une priorité.

Les options présentées sont conçues pour fournir la composante «offre technologique» de la stratégie nationale de mise en œuvre sur le changement climatique. Elles ont été conçues afin de jouer un rôle complémentaire pour les options présentées par les diverses tables sectorielles en ce qui concerne le déploiement des technologies de pointe relatives aux gaz à effet de serre à l'intérieur de chaque secteur majeur de l'économie. Une fusion des travaux effectués par les tables sectorielles sur les besoins de nouvelles technologies et approches à l'intérieur des secteurs et d'idées pour les voies de développement est recommandée à titre d'étude complémentaire.

D'autres questions importantes ont été déterminées pendant les travaux de la Table, exigeant une analyse additionnelle. Premièrement, de meilleurs renseignements sont nécessaires sur les dimensions et les caractéristiques des nouveaux marchés internationaux pour les technologies relatives aux gaz à effet de serre qui développent les observations signalées dans la présente. Ces marchés offrent aux fournisseurs de technologies canadiens un important débouché éventuel. Deuxièmement, ce rapport est axé exclusivement sur les technologies d'atténuation. Les technologies d'adaptation, celles conçues pour réduire au minimum les répercussions prévues du changement climatique, doivent être considérées. Lorsque la Table de la science, des effets et de l'adaptation fera mieux comprendre l'incidence du changement climatique sur l'environnement, on pourra évaluer pleinement les besoins en technologies d'adaptation et élaborer une stratégie de développement de technologies pertinentes. Troisièmement, d'autres travaux sont nécessaires pour évaluer les avantages sociaux, commerciaux et techniques prévus, qui devraient découler des investissements faits en développement des technologies, tels que ceux recommandés dans ce rapport.

Sommaire des options et profils de financement

	Financement						
Options	Objectif	1ère année	2e année	3e année	4e année	5e année	Sources
1. Concours de découvertes nationales relatives au changement	Élaborer de nouveaux concepts et de nouvelles idées qui pourraient mener à des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre	25 millions de dollars	25 millions de dollars	25 millions de dollars	25 millions de dollars	25 millions de dollars	Gouv. fédéral
2. Soutien accru à l'avancement des connaissances de base	Améliorer la base des connaissances pour les occasions qui pourraient avoir une incidence à long terme sur les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	Gouv. fédéral
3. Fonds de développement des technologies relatives au changement climatique	Appuyer les technologies de pointe, à partir du concept jusqu'à la démonstration	20 millions de dollars $	40 millions de dollars	80 millions de dollars	150 millions de dollars	200 millions de dollars	Gouv. fédéral jusqu'à 50 % Gouv. provinciaux : 25 % Industrie : 25 %
4. Programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique	Atténuer une partie des risques financiers que présente la commercialisation nationale précoce des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre	60 millions de dollars	90 millions de dollars	150 millions de dollars	240 millions de dollars	300 millions de dollars	Gouv. provinciaux et industrie : 70 % Gouv. fédéral : 30 %
5. Commercialisation internationale	Créer un climat propice à la commercialisation internationale des technologies relatives au changement climatique et ainsi réaliser la seconde partie du mandat de la Table de la technologie	400 000 $	**Selon la stratégie**				Gouv. fédéral (pour 1 an)
6. Réduction des risques et facilitation de l'accréditation	Entreprendre des analyses comparatives de l'évaluation des risques dans le processus d'innovation des technologies dans d'autres pays	200 000 $	200 000 $	200 000 $	200 000 $	200 000 $	Gouv. fédéral et provinciaux

	Financement						
Options	Objectif	1ère année	2e année	3e année	4e année	5e année	Sources
7. Pôles et guides technologiques	Développer une compréhension stratégique des possibilités technologiques pour l'atténuation des gaz à effet de serre dans les secteurs industriels et entre eux ainsi qu'entre les fournisseurs et les utilisateurs de technologies	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	Gouv. fédéral : 60 % Gouv. provinciaux : 40 %
8. Forum de communication	Assurer que les décideurs responsables de l'investissement des ressources limitées disponibles pour le développement technologique disposent des connaissances et renseignements adéquats pour prendre des décisions judicieuses et logiques	300 000 $	300 000 $	300 000 $	300 000 $	300 000 $	Gouv. fédéral et provinciaux
		115 900 $	165 500 $+	265 500 $+	425 500 $+	535 500 $+	

Chapitre 1

Introduction et contexte

1.1 Le Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto a été établi en décembre 1997 à la troisième Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, à Kyoto, au Japon. Dans le cadre du Protocole de Kyoto, le Canada s'est engagé à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 6 p. 100 par rapport aux niveaux de 1990, objectif échelonné sur la période de 2008 à 2012. Dans les faits, cela correspond à une réduction de 20 à 25 p. 100 pour cette période en comparaison des niveaux d'émission qui seraient atteints selon les scénarios de maintien du statu quo.

Le protocole est adaptable et permet aux signataires de respecter leurs engagements à l'aide d'une combinaison adaptée de solutions technologiques rentables, de nouvelles politiques et de mécanismes internationaux qu'il reste à clarifier.

Une stratégie nationale de mise en œuvre sur le changement climatique, pratique et globale, est présentement en cours d'élaboration sous les auspices des ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de l'énergie et de l'environnement et engage tous les ordres de gouvernement, l'industrie, des groupes environnementaux, des universités et des citoyens canadiens.

Seize tables[3] de concertation ont été constituées dans le cadre de ce processus pour élaborer des options qu'examineront les ministres afin de relever les défis du Protocole de Kyoto.

[3] Les tables sont les suivantes: agriculture et agroalimentaire, analyse et modélisation, édifices, crédits pour les mesures hâtives, électricité, nouvelles mesures volontaires, secteur forestier, industrie, mécanismes de Kyoto, municipalités, éducation et sensibilisation du public, science et adaptation, puits, technologie, groupe de travail sur les permis échangeables et transport.

1.2 La Table de la technologie

1.2.1 Mandat et délai d'exécution

Comme la technologie est omniprésente dans l'économie, l'accessibilité à des technologies rentables et plus écologiques est essentielle pour préparer un avenir énergétique durable au Canada. Par conséquent, la technologie jouera un rôle déterminant dans la mise en œuvre de la stratégie canadienne de réduction des gaz à effet de serre (GES). Ceci a été reconnu lorsque la Table de la technologie a été établie en tant que composante de la stratégie nationale de mise en œuvre de cette stratégie.

En s'assurant que les compagnies canadiennes puissent fournir ces technologies sur les marchés national et international, on obtiendra des avantages économiques importants pour le Canada. Ceci exigera une action concertée pour soutenir et stimuler l'accessibilité aux technologies et en améliorer la commercialisation par des compagnies canadiennes.

Le mandat de la Table était de proposer des moyens:

a) de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) grâce au développement et au déploiement de technologies plus propres et (ou) innovatrices;
b) d'augmenter les capacités des sociétés canadiennes et les occasions qu'elles ont d'offrir des technologies respectueuses de l'environnement sur les marchés canadiennes et étrangers.

Le mandat de la Table, considé à «double dividende», a été conçu pour traiter du développement de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre jusqu'à leur première entrée sur les marchés.

La nature de la technologie, son développement ainsi que sa commercialisation ont exigé que la Table aborde des perspectives à court et à long terme qui couvrent la période de Kyoto et au-delà de celle-ci. Certaines technologies sont déjà sur le point d'être commercialisées et pourraient aider à réduire les émissions dans le délai fixé à Kyoto. Cependant, le cycle complet du développement de technologies nouvelles et émergentes peut prendre jusqu'à plusieurs décennies. La Table de la technologie a, par conséquent, prêté une grande attention aux moyens de développer le capital institutionnel et intellectuel, afin d'assurer que les technologies et les systèmes soient disponibles pour réduire les émissions après l'échéance de Kyoto. Il est essentiel de s'assurer que le développement à long terme des technologies fasse partie des options soumises à l'étude des ministres afin de continuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Les options présentées au chapitre 6 aideront les ministres à prendre des décisions sur l'efficacité des efforts actuels et futurs en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'établir les priorités pour l'orientation future du développement technologique, afin d'accroître les avantages économiques pour les entreprises canadiennes.

1.2.2 Liens avec les autres tables

Étant donné son vaste mandat horizontal, la Table de la technologie a entrepris ses activités en coopération avec d'autres tables ayant des mandats et des objectifs complémentaires. Le mandat des tables sectorielles[4] exige qu'elles se concentrent sur la réduction des gaz à effet de serre dans leur propre secteur afin d'atteindre leurs cibles de réduction des émissions. Leur travail a généralement englobé une analyse des besoins technologiques et des contraintes de la mise en œuvre de la technologie dans leur secteur. Elles mettent l'accent sur la technologie disponible maintenant ou dans un proche avenir, qui peut être utilisée pour respecter le calendrier de Kyoto. De plus, la clientèle des tables sectorielles est passablement différente de celle de la Table de la technologie. Les tables sectorielles se sont préoccupées des utilisateurs de la technologie, ceux qui recherchent activement les technologies les plus rentables et les plus efficaces pour répondre à leurs besoins. Par contraste, la clientèle de la Table de la technologie se composait principalement de représentants du milieu de R.-D. et des fournisseurs de technologies, ceux qui s'efforcent de développer de nouvelles technologies innovatrices afin de répondre aux besoins changeants des utilisateurs, ceci étant à la base de leur succès et de leur compétitivité. Les différences entre les mandats, les objectifs et la clientèle de la Table de la technologie et des tables sectorielles, relativement aux questions technologiques, sont montrées dans la figure 1.

Figure 1 – Différences entre la Table de la technologie et les tables sectorielles

TABLES SECTORIELLES	**TABLE DE LA TECHNOLOGIE**
• Atteindre les cibles de Kyoto	• Atteindre et dépasser les cibles de Kyoto
• Mettre en œuvre	• Développer et faire la première commercialisation des technologies
• Acheter et adapter la technologie existante	• Développer une capacité canadienne
• Réduire les GES au Canada	• Rendre les technologies disponibles pour la réduction des GES au Canada et à l'étranger
• Réduire au minimum l'incidence économique de mesures recommandées de réduction des GES	• Maximiser les avenues de développement économique pour le Canada
• Clientèle : utilisateurs des technologies et marché national	• Clientèle : fournisseurs de technologies et marchés internationaux

Il y a aussi eu un dialogue continu entre la Table de la technologie et la Table de la science, des effets et de l'adaptation concernant les technologies qui facilitent l'adaptation aux répercussions du changement climatique, tels que l'élévation du niveau de la mer et la fréquence accrue de conditions météorologiques extrêmes. À une date

[4] Agriculture et agroalimentaire, édifices, électricité, secteur forestier, industrie et transport.

ultérieure, une fois que la Table de la science, des effets et de l'adaptation aura déterminé les répercussions prévues du changement climatique sur l'écosystème, il faudra considérer la portée des besoins technologiques en vue de l'adaptation.

1.2.3 Principes directeurs et approche

La Table de la technologie a été guidée par les principes fondamentaux suivants:

- Tous les ordres de gouvernement au Canada doivent reconnaître le besoin d'un engagement au programme d'action du changement climatique et d'investissements actuels et soutenus à long terme dans le développement de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Cet engagement des gouvernements indiquera clairement aux innovateurs technologiques et aux entreprises que les investissements dans le développement des technologies sont soutenus par des politiques et d'autres mesures, pour atteindre les objectifs économiques et environnementaux, aidant à réduire le risque que présente l'investissement.

- Le défi de réduire les émissions de gaz à effet de serre est considérable pour le Canada et le monde entier. Le leadership des gouvernements sera une première étape essentielle à la création d'une nouvelle base de capital intellectuel. Il faudra établir des partenariats efficaces entre tous ordres de gouvernement, l'industrie et le monde universitaire, qui doivent respecter et soutenir les divers défis et occasions au niveau régional.

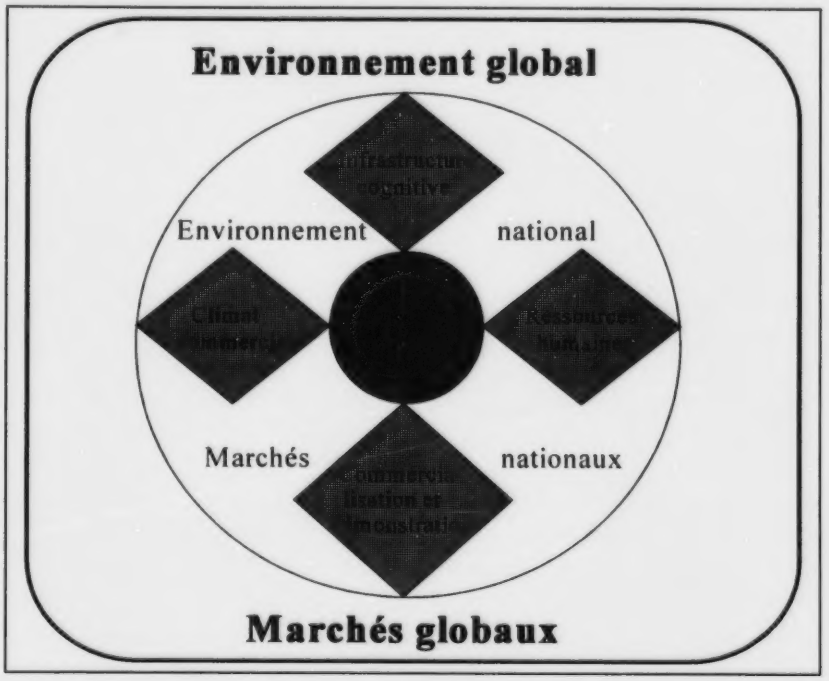
- L'amélioration du système d'innovation, dans lequel les technologies sont conçues et commercialisées, sera nécessaire afin d'améliorer la capacité canadienne et l'environnement pour le développement, ainsi que la commercialisation de technologies nouvelles, innovatrices et respectueuses de l'environnement. Le laps de temps entre l'investissement dans l'innovation et le déploiement éventuel des technologies exige la prise de mesures immédiates, sans quoi les possibilités d'affaires futures seront ratées.

- Les programmes existants ne sont pas actuellement axés sur la pleine portée possible du défi que représente le changement climatique et peuvent être révisés et réorientés. L'harmonisation des programmes et des règlements dans tous les ordres de gouvernement sera importante afin de permettre aux entreprises de mieux faire concurrence sur les marchés national et international.

La Table de la technologie à choisi d'aborder son travail dans un cadre d'innovation national afin d'améliorer le milieu où les solutions aux changements climatiques peuvent être élaborées et mises en marché par les Canadiens. La Table de la technologie s'est aussi efforcée de jeter de la lumière sur la nature, l'efficacité et le rendement du système d'innovation canadien afin d'accroître le développement des technologies d'atténuation des GES.

L'innovation fournit une «boîte à outils» de moyens et de mécanismes qui permettent le succès soutenu du développement des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre et assurent que les entreprises canadiennes s'approprient une part des marchés en expansion. L'innovation, par définition, est un processus dynamique et itératif faisant appel à la découverte scientifique, à la recherche appliquée, au développement et à l'amélioration, à la démonstration à l'échelle semi-industrielle et commerciale et à l'introduction de nouvelles solutions technologiques dans le marché. Ceci exige le développement des connaissances et la recherche d'idées et leur combinaison dans le marché d'une façon créative et nouvelle. Les quatre principales composantes de l'innovation, soit l'infrastructure cognitive, la commercialisation et la démonstration, le climat commercial et les ressources humaines, sont montrées à la figure 2. Le système d'innovation est examiné de façon plus approfondie dans le chapitre 5.

Figure 2 – Modèle de système d'innovation



1.2.4 Le plan de travail de la Table

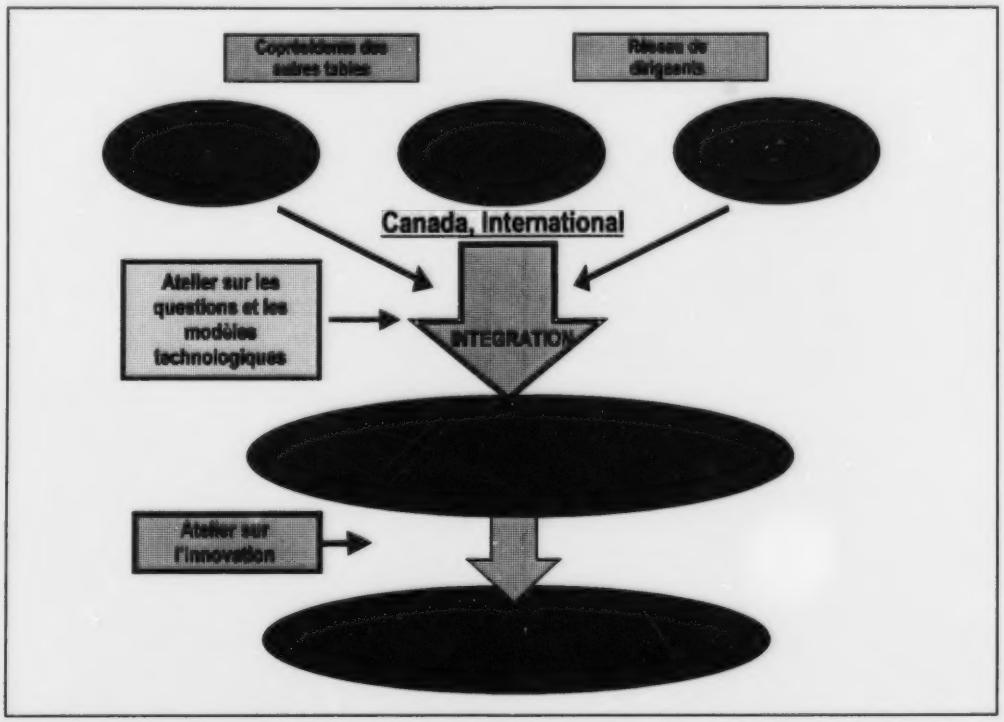
La Table de la technologie a, tout d'abord, déterminé les *besoins* en matière de technologies commerciales d'atténuation des gaz à effet de serre au Canada et dans le monde entier. Parallèlement, un inventaire de la *disponibilité* globale de la technologie d'atténuation des gaz à effet de serre a été élaboré. L'inventaire a été analysé et réduit proportionnellement afin de représenter le contexte canadien. Ensemble, l'évaluation des *besoins* et de la *disponibilité canadienne des technologies* ont fourni un profil des défis et des occasions d'approvisionnement pour le Canada en ce qui concerne les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Afin de compléter l'évaluation, on a dressé un

inventaire des *mesures* nationales et internationales utilisées pour faire progresser l'innovation technologique. Des groupes de travail, composés de membres de la Table de la technologie, ont guidé chacune des évaluations des besoins, de la disponibilité et des mesures.

L'intégration des trois évaluations faites par la Table a permis de comprendre les efforts requis pour soutenir et stimuler la disponibilité de la technologie, accroître la commercialisation et l'accès au marché et améliorer le système d'innovation dans lequel de telles technologies sont conçues et commercialisées. L'intégration a aussi indiqué les secteurs technologiques dans lesquels le Canada devrait poursuivre ses efforts.

L'approche d'ensemble suivie par la Table de la technologie est illustrée à la figure 3.

Figure 3 – Plan de travail de la Table de la technologie



Les coprésidents ont consulté les tables sectorielles et aussi rencontré les représentants des secteurs public et privé de plusieurs provinces, dans le cadre du développement du réseau de dirigeants pendant les débats de la Table. Les ateliers portaient sur deux points du processus. Le premier atelier examinait, en collaboration avec le Groupe d'analyse et de modélisation, les questions technologiques et les approches à la modélisation. Le second atelier sur l'innovation était une activité importante organisée en collaboration avec des experts des secteurs public et privé, dans le but d'examiner les résultats des travaux de la Table concernant les besoins en technologie et la capacité actuelle et d'étudier les premières idées pour les options de la Table.

1.2.5 Membres

La Table de la technologie se composait de gestionnaires de la technologie et de directeurs de recherches, de promoteurs de la technologie et d'experts de l'innovation de toutes les régions du pays. Les quelque 25 membres ont été sélectionnés pour fournir une représentation intersectorielle du gouvernement fédéral, des gouvernements provinciaux, des établissements universitaires, de l'industrie et des associations industrielles ainsi que des organisations non gouvernementales de l'environnement. Une liste des membres figure à l'annexe 1.

Chapitre 2

Les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre – domaines des besoins nationaux

La technologie est omniprésente. On la retrouve partout et elle répond à une multitude de besoins, ce qui fait en sorte que la vie est «plus facile» ou plus satisfaisante. La technologie est utilisée par chaque personne et chaque entreprise. Grosso modo, le terme «technologie» fait généralement référence aux produits, aux systèmes, aux services et aux procédés.

Dans un sens plus large, le terme technologie signifie une composante de la base de connaissances de la société, des concepts et des idées qui mènent aux produits et aux services. À ce titre, les technologies existent depuis des milliers d'années, que ce soit sous une forme ou sous une autre. Elles se sont perfectionnées depuis leur utilisation par les anciennes civilisations pour puiser de l'eau, transporter des marchandises etc. Cependant, ce n'est que depuis la révolution industrielle que le monde a assisté à une explosion des technologies, qui a mené à une dépendance croissante de la société vis-à-vis celles-ci, dépendance qui continuera de prendre de l'importance à l'avenir.

La société continuera de demander et d'exiger des technologies qui répondent à leurs besoins de chaleur, d'énergie, de transport, de logement, de nourriture et de biens et services de toutes sortes. Cependant, dans un monde restreint par les gaz à effet de serre, les technologies auront aussi à réduire les émissions de gaz à effet de serre que produisent les pratiques actuelles. Tous les secteurs de l'économie sont touchés par la technologie et tous les secteurs auront besoin de solutions technologiques différentes pour relever que présente le défi du changement climatique. Ceci est vrai au Canada et dans le monde entier.

Le défi de développer et de commercialiser de nouvelles technologies donne l'occasion aux entreprises canadiennes de s'approprier d'une part de ce qui sera un marché en expansion. Il y a de nombreuses technologies émergentes qui peuvent aider à relever le défi du changement climatique et le Canada doit prendre des mesures pour s'assurer une part proportionnelle des marchés qui se développent rapidement.

Étant donné la nature à long terme du défi – et le laps de temps entre la conception et l'acceptation sur le marché et le déploiement des technologies – il est important d'inclure les technologies pouvant répondre aux besoins à court, à moyen et à long terme. Il faut considérer des technologies qui pourraient aider le Canada à respecter son engagement pris à Kyoto, soit de réduire les émissions, mais de façon plus importante, qui préparent le terrain pour des technologies transformationnelles qui auront une incidence considérable sur les émissions au-delà de la période de Kyoto. Cette période post-Kyoto est cruciale, car des objectifs de réduction des émissions plus rigoureux sont susceptibles d'être fixés à l'avenir. Le Canada doit agir maintenant pour élaborer de meilleures

façons, fondamentalement différentes, pour créer, fournir et utiliser les services énergétiques et limiter la production de gaz à effet de serre à l'avenir.

La Table de la technologie n'a pas et ne pouvait pas déterminer chaque besoin technologique et la solution technologique correspondante. Cela aurait représenté une immense tâche, étant donné le volume de l'inventaire des technologies et un exercice allant au-delà du temps et des ressources dont la Table disposait. Il y aurait eu aussi chevauchement du travail des tables sectorielles.

L'approche choisie par la Table de la technologie consistait à se concentrer sur le défi lui-même, soit de «définir la cible» pour laquelle une solution technologique pourrait être trouvée, plutôt que de se concentrer directement sur les solutions technologiques déjà disponibles.

Afin d'évaluer les besoins nationaux en technologies sans danger pour le climat, la Table de la technologie a commandé une étude. La méthode utilisée se trouve à l'annexe 2. À l'aide d'un questionnaire d'enquête et d'un examen de la documentation actuelle et des documents de base des tables sectorielles, la Table a dressé le portrait des domaines et des besoins nationaux en technologies d'atténuation des GES. Les membres de la Table, eux-mêmes experts dans leurs domaines, ont fait un effort concerté pour affiner et généraliser les domaines des besoins. Ils les ont synthétisés selon six catégories définies par les secteurs d'utilisation ou par type de technologies. Ces catégories, mentionnées ci-dessous, sont reportées dans toutes les analyses ultérieures:

- combustibles fossiles;
- production d'énergie;
- utilisation finale de l'énergie;
- gestion du CO_2;
- émissions de GES provenant d'activités non énergétiques;
- technologies transversales.

La liste des besoins, qui forment la base des travaux ultérieurs de la Table, se trouve au tableau 1.

Afin de permettre au Canada de relever au point de vue technologique le défi du changement climatique jusqu'à l'échéance de Kyoto et au-delà de celle-ci, il a été nécessaire de prévoir les besoins futurs qui tenaient compte des différentes façons de fournir de l'énergie et d'autres services à l'avenir. La R.-D., de par sa nature même, exige du temps et doit prévoir les besoins futurs. Les investissements en R.-D. doivent commencer tôt, de façon à encourager la capacité canadienne à réussir dans les économies futures, à développer les technologies elles-mêmes, à les introduire dans les

sociétés ou les procédés existants et à faire progresser l'infrastructure nécessaire au soutien des approches innovatrices. Dans le domaine de l'énergie, ceci pourrait nécessiter un amalgame de sources d'énergie primaire différent de celui qui est utilisé aujourd'hui. Par exemple, à l'avenir, le Canada pourrait réaliser des économies d'énergie grâce à une grande contribution des sources d'énergie renouvelable (au-delà de l'hydroélectricité), ou une économie basée sur une production et une utilisation d'hydrogène à grande échelle, assurant le transport de l'énergie.

Tableau 1 – Besoins définis par les membres de la Table de la technologie[5]

Combustibles fossiles • développer des systèmes de canalisation et des réseaux collecteurs propres et efficaces • réduire la production d'énergie et la coproduction de composés carbonés (exploration, gaz naturel, pétrole, raffinage, récupération et valorisation des sables bitumeux, gaz provenant de la houille, gaz provenant des combustibles liquides, houille) • réduire ou utiliser les émissions fugitives de gaz • répondre à la demande croissante de gaz naturel
Production d'énergie • augmenter l'approvisionnement en électricité provenant de sources neutres ou sans CO_2 • convertir efficacement les combustibles fossiles primaires en électricité et la biomasse en combustible et en produits chimiques • choisir des combustibles à plus faible teneur en carbone • convertir efficacement les sources d'énergie primaire en combustibles exempts de carbone
Utilisation finale de l'énergie • avoir des édifices et des municipalités propres et ayant un bon rendement énergétique • avoir des systèmes de transports plus efficaces et de meilleurs systèmes de gestion de la circulation
Gestion du CO_2 • gérer les émissions provenant d'importantes sources ponctuelles
Émissions de GES provenant d'activités non énergétiques • réduire les émissions de CO_2, de CH_4 et de N_2O provenant, par exemple, de la production de ciment, de lieux d'enfouissement et de l'application de fertilisants
Technologies transversales • développer des sources d'énergie à moins grande teneur en carbone • mieux appliquer les technologies transversales • améliorer l'efficacité de l'énergie et des ressources

[5] Les besoins en matière de procédés industriels ne sont pas abordés.

Un examen des besoins exige un temps considérable, mais représente la première étape cruciale pour relever le défi. Une bonne façon de déterminer les besoins technologiques futurs en technologies d'atténuation des gaz à effet de serre est d'effectuer des exercices de «guide technologique». Les guides technologiques sont des outils de prévision et de planification qui aident à déterminer les produits et les services technologiques importants et leurs débouchés pour une période de trois à dix ans (ou plus) à l'avenir. Ils concernent tous les intervenants et leur élaboration exige souvent de deux à trois ans. Il en est question plus loin au chapitre 6.

Exemple d'un exercice de «visualisation» de l'avenir

Le projet intitulé Avenir des technologies énergétiques est un effort de recherches stratégiques important de RNCan qui est conçu pour nous permettre d'aller au-delà de notre délai d'exécution actuel et de nous concentrer sur l'élaboration de possibilités relatives aux systèmes d'énergie du Canada dans trois à cinq décennies. L'intention fondamentale de ce projet est de traiter des principales questions d'ordre public dans le débat du changement climatique, c.-à-d. de modifier la relation fondamentale entre la croissance économique et les émissions croissantes de GES. L'objectif secondaire du projet est d'améliorer les capacités de planification à long terme en sciences et technologie de RNCan. Le projet permettra d'élaborer quatre scénarios pour l'avenir qui examineront le rôle possible des technologies énergétiques afin de régler les questions à long terme en matière de changement climatique. Ces scénarios donneront un aperçu des technologies que le Canada pourrait utiliser dans le mode de vie, le travail et le transport de ses habitants. Chaque scénario étudiera aussi l'utilisation de plusieurs sources d'énergie et le rôle des combustibles fossiles et d'autres formes d'énergie nécessaires pour répondre aux besoins de ce scénario et déterminera les technologies clés qui pourraient avoir de grandes répercussions sur les émissions futures de GES.

Chapitre 3

Capacité canadienne de répondre au besoin de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre à l'avenir

Se servant de la description des besoins déterminés au tableau 1, la Table de la technologie a fait une étude sur la disponibilité des technologies et compilé un groupement pratique de technologies exemplaires dans lesquelles la capacité canadienne, actuelle et future, pourrait être utilisée afin de répondre aux besoins. La Table a consulté des experts et des associations à travers le pays et fait référence à une liste complète de plus de 1 300 technologies mondiales actuelles, émergentes et futures bien précises, qui pourraient être utilisées afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cette liste détaillée se trouve à l'annexe 3.

Les technologies d'intérêt, qui à la longue promettent le plus de procurer un «double dividende» au Canada, ont quatre caractéristiques. Premièrement, elles sont tout à fait capables de réduire des gaz à effet de serre, d'une ou de plusieurs de quatre façons:

- elles réduisent l'intensité énergétique des activités reliées à l'énergie (et en augmentent l'efficacité);
- elles accroissent l'utilisation des combustibles à faible teneur ou exempts de carbone;
- elles captent, transportent, utilisent ou emmagasinent le CO_2 une fois que celui-ci est produit;
- elles réduisent les émissions de gaz à effet de serre provenant des activités non énergétiques.

Deuxièmement, leur développement peut progresser grâce à la capacité canadienne d'organismes de recherche et développement et d'entreprises, ou là où le potentiel canadien existe pour développer ces capacités. Troisièmement, les technologies répondent principalement aux nouveaux besoins nationaux importants et, deuxièmement, aux besoins internationaux, ce qui fournit par conséquent, une large base pour le marché. Enfin, les technologies ne sont pas encore économiquement viables et nécessitent donc une assistance pour la recherche, le développement et la démonstration.

Afin d'être plus explicite, la Table de la technologie a utilisé les critères suivants pour déterminer les technologies d'avenir :

1. une grande capacité canadienne existe pour développer des technologies qui répondent à la fois au besoin canadien et au besoin international[6]. Ces technologies représentent les meilleures occasions qui s'offrent aux entreprises canadiennes;

[6] Les besoins internationaux sont traités au chapitre 4.

2. la technologie répond à un besoin canadien et international pour lequel il n'existe pas actuellement de capacité canadienne, mais il y a des avantages à développer cette capacité. On estime que ces avantages sont des occasions intéressantes qui devraient être étudiées plus à fond.

3. une grande capacité canadienne existe pour développer des technologies qui répondent seulement à un besoin canadien. Celles-ci représentent des occasions intéressantes, mais de portée limitée en raison de la petite taille du marché canadien.

Les technologies qui répondent à un besoin national sont un élément commun des trois critères susmentionnés. La Table de la technologie n'a pas pris en considération les technologies qui:

4. répondent à un besoin international mais pas à un besoin canadien, même si une certaine expertise canadienne existe;

5. répondent uniquement à un besoin international et pour lesquelles la capacité canadienne est faible et ne vaut pas la peine d'être améliorée.

La figure 4 montre ces critères de sélection.

L'omission de certaines technologies est imputable à la faiblesse des bases canadiennes pour faire concurrence aux intérêts bien établis des fournisseurs de technologies dans les pays qui ont besoin de la technologie.

Figure 4 – Critères de sélection utilisés pour déterminer les technologies exemplaires d'avenir[7]

Occasions considérées	Evaluation des occasions	Capacité canadienne	Besoin canadien	Besoin international
Occasions d'intérêt	1. meilleures	✓	✓	✓
	2. intéressantes†	☞	✓	✓
	3. intéressantes mais limitées	✓	✓	☞
Occasions exclues	4. faibles	✓	☞	✓
	5. faibles	☞	☞	✓

†Cette catégorie est particulièrement intéressante si la capacité internationale est faible

[7] Ce ne sont pas tous les membres de la Table qui étaient en accord avec les critères de sélection. Certains membres considéraient que les occasions internationales devraient être poursuivies, sans égard à l'existence d'un besoin national ou d'une forte capacité canadienne pour répondre au besoin.

3.1 Les technologies exemplaires d'avenir

À l'aide des critères de sélection, la Table de la technologie a déterminé 25 groupements de technologies exemplaires d'avenir pour atténuer les gaz à effet de serre qui exigent d'autres efforts en R.-D. et en commercialisation. On les trouve aux tableaux 2A – 2F. Les technologies d'atténuation citées illustrent le potentiel qui existe. Cette liste de technologies ne devrait pas être considérée comme étant *la* liste définitive des technologies qui diminueront les émissions de gaz à effet de serre. Les technologies citées se trouvent à des stades divers de développement, mais on estime qu'elles peuvent toutes offrir des occasions nationales importantes si les obstacles à leur progression peuvent être surmontés.

Un court profil de chacune des technologies exemplaires d'avenir a été rédigé. Un résumé de chacun d'eux se trouve à l'annexe 4. Des renseignements sont fournis sur:

- les caractéristiques de la technologie ou du défi;
- une vue d'ensemble et de l'état de la technologie;
- le délai prévu avant la commercialisation;
- les capacités canadiennes de recherche et d'approvisionnement;
- le marché éventuel;
- les obstacles à l'innovation;
- les mesures qui peuvent permettre de surmonter les obstacles et d'accroître l'innovation;
- le montant estimé du financement exigé pour la recherche, le développement et la démonstration des technologies.

Les profils signalent les occasions importantes qui s'offrent au Canada pour le développement et la commercialisation d'un certain nombre de technologies de l'avenir qui répondent au besoin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Tableau 2A – Technologies exemplaires d'avenir – Combustibles fossiles

Technologies pour réduire les fuites des gazoducs
Technologies de système de production d'énergie et dégagement de composés carbonés
Technologies visant à réduire ou utiliser les émissions fugitives de gaz provenant des combustibles fossiles
Technologies pour augmenter l'approvisionnement en gaz naturel

Dans le secteur ***de la production des combustibles fossiles***, l'industrie est déjà bien engagée pour s'attaquer aux défis technologiques auxquels elle fait face. Des technologies sont actuellement développées conformément aux exigences géologiques et environnementales et aux caractéristiques des réservoirs et des fluides. On constate une bonne coordination des efforts des producteurs, des entreprises de services, des alliances de financement et des organismes de facilitation, comme la Petroleum Technology

Alliance of Canada, pour développer les technologies qui répondent aux besoins nationaux et aux besoins d'exportation éventuels. Dans bien des cas, des investissements sont faits dans le but d'adapter les technologies provenant de sources étrangères. Ces deux voies offrent souvent des perspectives d'avenir aux entreprises de services pour commercialiser ces technologies à l'étranger afin de faire face à des conditions d'exploitation semblables.

Les secteurs d'avenir incluent les technologies qui limitent les émissions provenant de l'exploitation des gazoducs, augmentent l'efficacité de la récupération et du traitement du pétrole lourd et du bitume ainsi que de la séparation eau-pétrole au fond des puits. Les possibilités technologiques dans ces secteurs exigent des investissements afin de faire progresser leur développement au stade de la commercialisation ou un financement pour des essais-pilotes afin de perfectionner la technologie conformément aux conditions d'exploitation et des réservoirs au Canada.

De plus, la Table a jugé nécessaire que les technologies augmentent l'approvisionnement en gaz naturel provenant à la fois des sources traditionnelles et non traditionnelles. Les récentes tendances dans la demande en gaz naturel pour les besoins résidentiels, commerciaux et de la production d'énergie semblent indiquer qu'un approvisionnement à long terme pourrait présenter des difficultés, fixant les limites des sources traditionnelles et exigeant des investissements pour accroître l'approvisionnement à long terme de sources non traditionnelles telles que les gisements de houille et les hydrates de gaz. Une recherche fondamentale plus approfondie est nécessaire pour être en mesure de répondre à ce besoin.

De plus amples renseignements concernant les combustibles fossiles sont fournis de la page (35) à (44) de l'annexe 4.

Tableau 2B – Technologies exemplaires d'avenir – Production d'énergie

Électricité provenant de sources renouvelables ou exemptes de CO_2
Combustion de la biomasse
Conversion de la biomasse
Hydroélectricité à grande échelle
Fission nucléaire
Turbines à gaz stationnaires

La ***production d'énergie*** est un secteur dans lequel les défis de l'innovation sont très variés et propres à la technologie même. Par exemple, les formes d'énergie renouvelables telles que la combustion de la biomasse et les centrales hydroélectriques de petite taille sont des technologies bien connues qui ont été exploitées dans une large mesure pendant des années. Cependant, l'innovation continue de répondre aux besoins changeants. D'autres sources d'énergie renouvelables communément appelées «non traditionnelles» telles que l'énergie solaire et éolienne, ne sont pas encore largement répandues à travers le pays et nécessitent une recherche plus approfondie afin de réduire leurs coûts, d'améliorer leur rendement et d'assurer leur intégration dans les

infrastructures existantes. Ces sources d'énergie pourraient aussi bénéficier des avantages de la démonstration et de la commercialisation pour fournir des données techniques et sur le rendement aux utilisateurs potentiels.

L'hydroélectricité à grande échelle est une technologie bien éprouvé qui fournit plus de la moitié de l'électricité au Canada. Malgré tout, de l'innovation est nécessaire pour les technologies d'hydroélectricité à grande échelle afin, entre autres, de mieux comprendre la migration du CO_2 et les émissions de CH_4 provenant des réservoirs, de créer un stockage d'énergie plus optimal et des infrastructures de transmission de haute tension plus efficaces.

La fission nucléaire est une technologie qui produit de l'énergie sans émission de gaz à effet de serre et le Canada a une capacité de niveau international dans la technologie des systèmes d'eau lourde. Il y a cependant des préoccupations associées à la fission nucléaire relativement aux coûts élevés, à la sécurité, à la gestion des déchets et peut-être même à la prolifération des armes nucléaires. Pour surmonter les défis et les préoccupations, il faut continuer d'innover afin de faciliter le prolongement de la durée des systèmes actuels en développant des matériaux d'avant-garde, réduisant les coûts des systèmes et démontrant l'efficacité des méthodes de gestion des déchets et des matières fissiles. Le long cycle de vie d'une centrale nucléaire (de 40 à 100 ans) exige un engagement à long terme afin de réaliser le perfectionnement des systèmes d'énergie nucléaire.

Voir les pages (47 à 67) de l'annexe 4 pour de plus amples informations sur les technologies de production d'énergie.

Tableau 2C – Technologies exemplaires d'avenir – Utilisation finale de l'énergie

Piles à combustible (fixes ou de transport)
Édifice à haute efficacité énergétique
Transports et systèmes de transport: systèmes intelligents de transport, technologies de pointe des véhicules et du carburant, et réseaux de transport en commun

L'***utilisation finale de l'énergie*** représente une collection diverse de technologies. La Table a limité son analyse aux piles à combustible et aux technologies relatives aux transports et aux édifices. Elle n'a pas étudié en détail les technologies de procédés industriels. Celles-ci sont trop nombreuses et la Table a présumé qu'elles seraient traitées par les tables sectorielles.

Les piles à combustible nécessitent plus de recherche dans toutes les composantes, afin de réduire les coûts initiaux et d'améliorer le rendement. Le coût du reformage de combustibles doit aussi être réduit et ceux-ci doivent être évalués dans le contexte des émissions de dioxyde de carbone échelonnées sur un cycle de vie complet. De plus, des démonstrations de la technologie devraient être entreprises et l'infrastructure de distribution des nouveaux combustibles doit être établie.

Il y a plusieurs pratiques et technologies nouvelles et améliorées pour les édifices de l'avenir qui sont déjà en cours de développement. Celles-ci devraient être poursuivies. Les mesures visant à influencer la conception, la construction et la remise à neuf des édifices sont des activités qui ont un grand effet de levier financier et fournissent des avantages à long terme en raison de la longue durée de vie des édifices. Les démonstrations de technologies du bâtiment ont particulièrement été efficaces dans le passé et devraient continuer.

La technologie jouera un rôle clé dans la capacité du Canada de réduire les émissions des gaz à effet de serre dans le secteur du transport. Jusqu'à présent, les nouvelles technologies ont contribué à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans plusieurs secteurs clés. Par exemple, les économies en carburant des véhicules légers, des aéronefs et des camions se sont considérablement améliorées grâce à des moteurs plus efficaces, de meilleures conceptions et de nouveaux matériaux plus légers. Le Canada a joué un rôle de direction important dans plusieurs nouvelles technologies de transport. Pourtant, l'innovation, la recherche, l'élaboration et la démonstration continues seront cruciales pour réduire les gaz à effet de serre. Quelques-unes des technologies clés qui nécessitent une recherche et un développement continus incluent : l'amélioration de la conception des voitures et des camions, des moteurs et des matériaux, des piles à combustible pour l'utilisation routière, ferroviaire et maritime, la production, la distribution et l'utilisation des carburants de remplacement tels que le gaz naturel et l'éthanol cellulosique, les Systèmes intelligents de transport (SIT), les réseaux et les véhicules de transport urbain (autobus, chemins de fer de banlieue, métros), les questions de sécurité relatives à la nouvelle conception des véhicules, des matériaux et des carburants et les systèmes de transport et les liens avec l'aménagement urbain et l'utilisation des sols.

Pour plus de renseignements sur les technologies d'utilisation finale de l'énergie, voir les pages (72 à 79) de l'annexe 4.

Tableau 2D – Technologies exemplaires d'avenir – Gestion du CO_2

Gestion géologique du CO_2[8]

La ***gestion du CO_2*** est un secteur nouveau et prometteur des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre qui permettent de capter le CO_2 de sources stationnaires et l'utiliser, le transporter et le séquestrer des formations géologiques. Les utilisations à valeur ajoutée du CO_2 comprennent la récupération assistée du pétrole et une meilleure récupération du gaz naturel des gisements de houille. Les «puits» géologiques pour le CO_2 comprennent les aquifères salins captifs profonds et les aquifères salins libres, les réservoirs de pétrole et de gaz déplétés, les gisements profonds de houille et les océans. Bien que la récupération assistée du pétrole soit passablement avancée dans la voie du

[8] La gestion du CO_2 dans la biosphère (c.-à-d. les puits naturels) n'a pas été considérée. On a présumé qu'elle serait suffisamment traitée par les Tables du secteur forestier, de l'agriculture et agroalimentaire, et des puits.

développement, plusieurs technologies de gestion du CO_2 demeurent encore à leur début; par exemple, l'amélioration de la production de méthane à l'aide de CO_2 tout en séquestrant le CO_2 injecté dans les gisements profonds de houille. Le Canada a des points forts particuliers dans ce secteur, surtout en ce qui concerne la capture du CO_2 et les technologies de séquestration géologique.

Le profil des technologies de gestion du CO_2 se trouve en page (86) de l'annexe 4.

Tableau 2 E– Technologies exemplaires d'avenir – Émissions de GES provenant de sources non énergétiques

Technologies pour réduire le CO_2 provenant de la production de ciment
Technologies pour capter le méthane des sites d'enfouissement
Technologies pour réduire le méthane provenant de l'usage du fumier
Digestion anaérobie des déchets solides municipaux
Technologies pour réduire l'oxyde nitreux provenant des fertilisants

L'atténuation des émissions ***de gaz à effet de serre provenant de sources non énergétiques*** représente un défi dans de nombreux secteurs. La Table s'est concentrée sur les technologies dans les industries du ciment et de l'agriculture. Afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant de l'utilisation du ciment, des matériaux de cimentation additionnels tels que la cendre légère provenant des usines alimentées au charbon et le ciment de laitier des aciéries peuvent être utilisés au lieu du ciment dans la fabrication du béton, mais ceci nécessite de plus amples démonstrations. Dans l'industrie agricole, de nouvelles technologies et pratiques de gestion pour réduire les émissions d'oxyde nitreux provenant de l'application des fertilisants représente une option de séquestration à court terme. De plus, le fumier du bétail peut être digéré en anaérobiose afin de capter les émissions de méthane comme combustible. Les municipalités offrent aussi des occasions de réduire les émissions en captant le méthane provenant des lieux d'enfouissement et en l'utilisant aussi comme combustible. À l'instar de l'industrie du ciment, un grand nombre de technologies sont passablement bien avancées, mais il faut en démontrer le succès avant qu'elles soient mises en œuvre sur une grande échelle.

Voir les pages (89 à 103) de l'annexe 4 pour plus de renseignements sur les technologies de réduction des émissions de gaz à effet de serre à partir de sources non énergétiques.

Tableau 2F – Technologies exemplaires d'avenir – Technologies transversales

Technologies de l'hydrogène
Technologies transversales
Électrotechnologies
Matériaux nouveaux
Catalyseurs
Stockage de l'énergie
Biotechnologies

Technologies gazières
Technologies de séparation
Simulation et modélisation
Technologies d'intégration de système
Technologies utilisant des sources d'énergie à faible teneur en carbone

Les ***technologies transversales*** ne permettent pas nécessairement de directement réduire les gaz à effet de serre, mais elles ont la capacité de contribuer dans une mesure extrêmement importante aux réductions dans tous les secteurs. Les technologies telles que les catalyseurs, les technologies de séparation par membrane, ainsi que les capteurs et les appareils de réglage fournissent l'étayage ou le pivot qui permet à un grand nombre des technologies susmentionnées de fonctionner efficacement. Les progrès rapides des technologies de l'information se traduisent en une amélioration continue des technologies transversales. Les technologies qui touchent plusieurs secteurs, telles que les technologies gazières, les électrotechnologies et les biotechnologies, offrent des occasions d'apporter des changements fondamentaux aux approches actuelles. Par exemple, les électrotechnologies peuvent être utilisées de façon plus efficiente que les autres technologies dans les procédés de recyclage, de fabrication et de récupération. Les biotechnologies ont la capacité de remplacer beaucoup de procédés chimiques utilisés de nos jours. Les technologies de l'hydrogène et les technologies qui utilisent des sources d'énergie à moins grande teneur en carbone (c.-à-d. le gaz naturel) sont aussi incluses dans cette catégorie. Toutes exigent une innovation considérable et continue.

De plus amples renseignements concernant les technologies transversales se trouvent aux pages (106 à 140) de l'annexe 4.

Beaucoup des technologies exemplaires d'avenir citées ont bénéficié, au cours des années, du soutien des secteurs privé et public. Les objectifs, dans le passé, pour le développement des technologies n'ont pas nécessairement été liés au changement climatique, mais à cause de cet effort antérieur, l'infrastructure d'innovation actuelle fournit déjà l'étayage pour améliorer les capacités et les possibilités au Canada. Le mécanisme est en place. La compétence est là. Cependant, les ressources sont insuffisantes et elles ne sont ni axées ni alignées sur la portée du défi que représente *Kyoto et après.*

Les options proposées dans le chapitre 6 sont conçues pour accroître le développement et la démonstration des technologies exemplaires d'avenir et favoriser de nouvelles idées et de nouveaux concepts qui pourraient mener à de futures technologies qui réduiront les émissions de gaz à effet de serre.

Chapitre 4

Une perspective des conditions du marché international pour les technologies d'atténuation des GES et leurs rapports avec les besoins nationaux

Pour répondre à la seconde partie du mandat de la Table de la technologie, une perspective des débouchés internationaux pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre était nécessaire étant donné qu'il est généralement admis que les marchés internationaux fournissent de plus grands débouchés que le marché national.

Les critères de sélection présentés à la figure 4 (chapitre 3) indiquent cependant que les intérêts de la Table de la technologie résidaient dans les technologies qui répondent à la fois aux besoins du marché national et international. Bien que le Canada puisse s'attendre à approprier une part du marché, il devra faire face à une concurrence vigoureuse étant donné que les autres pays s'efforceront agressivement d'obtenir leur part du marché. En se concentrant sur les technologies qui satisfont à la fois un besoin national et international, les entreprises canadiennes mettront à profit leurs forces et prendront appui sur leurs succès internes. Elles trouveront ainsi un créneau qui leur convient.

Il est important de noter que l'existence des besoins technologiques internationaux ne se traduit pas nécessairement, ou facilement, par des débouchés internationaux pour les entreprises canadiennes. Plusieurs facteurs, à la fois généraux et particuliers au pays, peuvent limiter la capacité des fournisseurs de technologies canadiens à répondre aux besoins. Ces facteurs incluent, sans toutefois s'y limiter:

- l'accès limité au capital;
- le coût élevé du capital dans les pays en développement;
- les obstacles au marché et au commerce internationaux tels que les droits à l'importation;
- les régimes insuffisants de protection de la propriété intellectuelle;
- incompatibilité des produits à l'extérieur du Canada;
- les frais de transaction élevés associés aux voies de transfert particulières (c.-à-d. la délivrance de licences, le franchisage, les coentreprises);
- le manque d'informations et de données internationales dignes de foi concernant les caractéristiques des technologies et du marché;
- la présence canadienne inexistante ou minime dans un pays donné;
- la forte concurrence des fournisseurs nationaux et des fournisseurs d'autres pays;
- la capacité technique et institutionnelle limitée des pays en développement pour évaluer et sélectionner les technologies appropriées;
- les prix subventionnés ou les réductions de taxes pour l'énergie ou d'autres services.

Il y a deux autres considérations à ne pas oublier lorsqu'on a accès aux marchés internationaux. Premièrement, les technologies doivent généralement être modifiées pour s'adapter aux conditions locales. Ceci augmente les coûts et demande plus de temps pour entrer sur un marché. Deuxièmement, réussir sur les marchés d'exportation exige du temps pour comprendre les marchés étrangers et leurs pratiques commerciales et sociales, pour établir des contacts et pour apprendre les nuances des opérations internationales. Ceci demande de la persévérance et une quantité considérable de liquidités afin de soutenir l'effort jusqu'à ce que les revenus commencent à affluer.

4.1 Évaluation des besoins du marché international

En dépit des contraintes, on estime que le marché international éventuel pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre est suffisamment grand pour justifier qu'une entreprise prenne le risque de pénétrer les marchés étrangers. Afin d'obtenir une appréciation des caractéristiques des marchés internationaux, la Table a commandé une vaste évaluation des besoins technologiques internationaux.

Une telle évaluation ne peut être que superficielle. L'évaluation était beaucoup plus générale que celle des besoins nationaux, mais elle a fourni quelques indications sur les secteurs pouvant présenter des occasions. Manifestement, plus de recherches et de renseignements sur le marché sont nécessaires pour chaque pays et région d'intérêt. Pour que le Canada soit mieux placé, des études complémentaires devraient être entreprises dès maintenant.

Suite à une compilation de données de référence sur les émissions de gaz à effet de serre et une prévision des émissions futures dans tous les pays pour lesquels des données sont disponibles, l'étude a évalué la dynamique de marché et l'importance des besoins dans chaque pays, dont les engagements envers le Protocole de Kyoto et l'évolution des marchés existants en matière de biens et services pour la protection de l'environnement. Une analyse documentaire a fourni des informations supplémentaires. L'intégration des données a ensuite fourni une vaste évaluation des besoins technologiques internationaux. La méthodologie détaillée utilisée pour l'évaluation se trouve à l'annexe 5 et un résumé des besoins technologiques internationaux (en biens et services pour la protection de l'environnement) se trouve à l'annexe 6.

Certains des aspects et des caractéristiques de l'ensemble du marché international éventuel pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre sont présentés au tableau 3.

En général, les pays de l'OCDE offrent, à court terme, les meilleures occasions relatives aux ventes à l'exportation. La plupart des pays de l'OCDE se sont engagés à réduire les émissions de gaz à effet de serre; ils sont en meilleure position pour payer de nouveaux services, ont des règles commerciales et fiscales semblables à celles du Canada, ils

disposent de l'infrastructure physique et humaine pour accepter et adapter les technologies et ont souvent des codes et des normes compatibles.

Avec l'accroissement de leur population et leur développement économique, les pays en transition et en développement représentent de gros débouchés possibles, à moyen et à long terme. Il est important de noter que les facteurs technologiques dans les pays en développement ne sont souvent pas environnementaux. Leurs besoins découlent habituellement de considérations sociales et économiques. Ceci ne veut pas dire que des occasions ne se présentent pas aujourd'hui pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. En effet, les entreprises canadiennes profitent déjà d'occasions dans plusieurs pays, étant donné que les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre permettent d'atteindre plusieurs objectifs.

Tableau 3 – Marché international éventuel pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre

Catégorie de marché	Caractéristiques
1. Marché éventuel probablement de très grande envergure à court terme	• Marchés libéralisés • Établissement actuel d'un prix à partir du coût complet ou mouvement vers l'établissement d'un prix à partir du coût complet des services énergétiques • Existence de mécanismes de réglementation ou d'encouragement pour promouvoir la production et la consommation d'énergie plus verte • Cadre établi de réglementation pour faire appliquer la législation environnementale • Relations commerciales existantes et généralement ouvertes, entre le Canada et les marchés cibles
2. Marché éventuel en développement à court et à moyen terme	• Marchés libéralisés • Indications de mouvement vers l'établissement d'un prix à partir du coût complet des services énergétiques • Relations de formation secondaires entre le Canada et les marchés cibles • Signataires actuels du Protocole de Kyoto • Candidat éventuel pour les projets de Mécanisme pour le développement propre (MDP) et de mise en œuvre conjointe (MOC)
3. Marché principal éventuel à moyen et à long terme	• Grande population • Taux élevé de croissance de la population • Un des pays important qui se dégage d'un cadre de MDP/MOC

	• Vastes exigences énergétiques non satisfaites • Démonstration d'une certaine capacité de libéralisation du marché énergétique
4. Marché éventuel limité	• Consommateur d'un faible pourcentage de l'énergie mondiale • Grande réserve nationale de combustibles fossiles • Ne fait pas partie du volet A ou B des relations commerciales canadiennes • Le mouvement vers la réduction des gaz à effet de serre se fera principalement par le biais de l'élaboration des caractéristiques du système • La demande et l'augmentation par habitant de consommation d'électricité commencent à ralentir

4.2 Évaluations complémentaires des pays ciblés

Afin d'avoir un meilleur aperçu des occasions qui s'offrent dans les pays sélectionnés, la Table de la technologie a sélectionné 13 pays pour faire un examen complémentaire. Ils ont été choisi comme échantillon représentatif de l'OCDE, des pays en développement et en transition.

États-Unis
Australie
Fédération de Russie
Pologne
Chine
Inde
Mexique
Brésil
Espagne
Ukraine
République tchèque
Argentine
Thaïlande

Une vue d'ensemble de chaque pays évalué se trouve à l'annexe 7A et une description plus complète figure à l'annexe 7B.

Exemple d'entreprises canadiennes actives à l'étranger

Programme canadien de la Maison Super E^{MC}

Le Programme canadien de la Maison Super E^{MC} est une initiative du Centre de la technologie de l'énergie de CANMET pour accroître le volume, la rentabilité et la durabilité des ventes de systèmes, de produits et de services de maisons efficaces au plan énergétique sur les marchés d'exportation. Cette initiative est actuellement axée sur le Japon. Des partenariats profitables sont présentement établis entre les exportateurs du secteur de l'habitation et les constructeurs japonais, afin de construire partout au Japon des

maisons de qualité supérieure, efficaces au plan énergétique et à teneur élevée de produits et services canadiens. Après un an d'exploitation commerciale, le programme compte maintenant dix constructeurs japonais et six entreprises exportatrices canadiennes membres. Une de ces entreprises canadiennes est K. Ito and Associates, une entreprise d'exportation dans le domaine de l'habitation, située à Vancouver, qui, avec sa clientèle japonaise, a conçu et produit la première Maison Super E^{MC}. K. Ito and Associates est une entreprise d'ingénierie et d'architecture composé de neuf personnes qui réunissent et acheminent des trousses de maison sur le marché japonais. Depuis l'achèvement de ce projet initial, il y a huit mois, K. Ito and Associates a acheminé dix autres trousses de Maison Super E^{MC} et continue de recevoir plus de commandes et de manifestations d'intérêt. Chaque maison à un contenu canadien à valeur ajoutée de plus de 100 000 $.

EACL

L'Énergie atomique du Canada Limitée (EACL) est l'un des principaux fournisseurs internationaux de réacteurs nucléaires. L'EACL vend les réacteurs nucléaires CANDU®, les réacteurs MAPLE et le système de pointe de piscine de stockage MACSTOR. L'EACL prend part à des activités de R.-D. et fournit des produits et des services de génie nucléaire aux consommateurs mondiaux de l'industrie nucléaire et des industries connexes.

La technologie à l'appui de ces systèmes a été développée et déployée tout d'abord au Canada. Cette expertise a ensuite été appliquée au marché de l'exportation. Six réacteurs CANDU sont maintenant en opération dans la République de Corée, en Argentine et en Roumanie. Deux réacteurs CANDU sont en cours de construction en Chine. De nombreuses autres entreprises canadiennes sont engagées dans l'extraction minière et le traitement de l'uranium, dans la fabrication de combustibles et dans l'approvisionnement en pièces de réacteur et pour le reste de la centrale. L'investissement total représente pour chaque centrale un investissement de l'ordre de 2 milliards de dollars.

4.3 Rapport entre les débouchés nationaux et internationaux

La Table de la technologie s'est intéressée aux technologies qui répondaient à la fois aux besoins nationaux et internationaux et pour lesquelles il existe une capacité d'innovation au Canada (voir les technologies exemplaires d'avenir au chapitre 3). L'annexe 8 démontre qu'il y a plusieurs technologies qui se chevauchent.

Les secteurs dans lesquels il y a un nombre considérable de besoins se chevauchant entre les marchés nationaux et internationaux sont ceux de la production d'énergie et de l'utilisation finale de l'énergie. Ces deux secteurs sont de bons candidats à l'exportation puisqu'il existe une excellente capacité canadienne pour soutenir les ventes, le service et l'évolution des technologies. D'autres secteurs, cependant, ne devraient pas être mis à l'écart étant donné que l'analyse est préliminaire. Des exemples des technologies qui répondent à la fois aux besoins nationaux et internationaux se trouvent au tableau 4.

Le développement de technologies transversales est essentiel aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre, même si elles ne figurent pas comme besoin national et international, ceci étant simplement imputable au fait que les études internationales n'en tiennent souvent pas compte.

La Table croit que les occasions internationales valent la peine d'être considérées et reconnaît qu'elles ont besoin d'être davantage élaborées. Une première étape exigerait la collecte d'informations commerciales additionnelles et l'élaboration d'une stratégie globale pour appuyer les entreprises canadiennes dans leurs efforts pour accéder aux marchés étrangers des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Une des options du chapitre 6 aborde cette question.

Tableau 4 – Exemples de technologies qui répondent aux besoins nationaux et internationaux

Combustibles fossiles	Amélioration de l'efficacité énergétique pour le raffinage Technologies de récupération du méthane provenant des gisements de houille Technologies pour réduire les émissions fugitives de gaz
Production d'énergie	Efficacité et réhabilitation des centrales électriques Réhabilitation et mise à niveau de la distribution et de la transmission Technologies permettant de passer à des combustibles à plus faible teneur en carbone Installations de traitement de gaz naturel à cycle combiné Cogénération et gazéification de la biomasse Hydroélectricité à grande échelle Petites centrales hydroélectriques Fission nucléaire Énergie éolienne Photovoltaïque (réseau coordonné et non coordonné) Biomasse Piles à combustible Énergie solaire-thermique Cycle combiné intégré
Utilisation finale de l'énergie	Systèmes d'éclairage, de chauffage, de ventilation et de climatisation Procédés industriels Réseaux de chaleur Efficacité améliorée du carburant pour véhicules Carburants de substitution pour pour le transport Chaudières efficaces Moteurs à vitesse réglable Transport en commun plus efficace Véhicules électriques et à piles à combustible Techniques des bâtiments à haute efficacité énergétique
Gestion du dioxyde de carbone	Séquestration accrue de carbone, par les «puits» naturels et par capture, utilisation et stockage dans des formations géologiques
Sources non énergétiques	Récupération du méthane provenant des lieux d'enfouissement Valorisation énergétique du fumier Alimentation du bétail améliorés

Chapitre 5

Capacité d'innovation canadienne pour l'atténuation des gaz à effet de serre

Les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre se trouvent dans plusieurs secteurs et domaines de recherche. Souvent examinées de façon isolée par le passé, elles méritent maintenant une attention particulière.

Dans le chapitre 2, nous avons déterminé les besoins nationaux pour soutenir les objectifs de Kyoto relativement à l'atténuation des gaz à effet de serre. Le chapitre 3 portait sur les technologies exemplaires d'avenir pour répondre aux besoins. Finalement, dans le chapitre 4, on a attesté l'existence d'un important marché éventuel pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Il est évident que le pays doit prêter une plus grande attention pour assurer qu'il est en mesure de satisfaire aux exigences des technologies relatives aux gaz à effet de serre. Il faut coordonner les efforts et améliorer les partenariats.

On sait très bien que le cycle du développement d'une nouvelle technologie conventionnelle exige généralement une décennie ou plus. Compte tenu des facteurs de risque et de temps qui entrent en jeu, il y aura un besoin d'investissement national soutenu. Pour que le Canada réussisse à éviter des pertes économiques et à tirer des avantages économiques importants des technologies de GES, des mesures importantes et précises doivent être prises maintenant afin de soutenir et aider à bien situer les entreprises canadiennes. D'autres pays usent déjà de leur influence pour placer avantageusement leurs entreprises en vue de la croissance des marchés.

Les défis à facettes multiples et globaux exigent une approche systémique dynamique. Un effort national prenant appui sur le cadre d'innovation du Canada aiderait à réaliser les objectifs à court et à plus long terme du changement climatique et à renforcer aussi le rendement économique. Un tel effort pourrait aussi offrir d'autres avantages secondaires, y compris une meilleure qualité de l'air.

Ce chapitre examine les caractéristiques et les exigences nécessaires pour renforcer les systèmes d'innovation canadiens afférents aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre.

5.1 Mise en valeur de l'innovation

L'innovation est une activité basée sur des systèmes qui rassemble les facteurs nécessaires au développement et à la commercialisation de nouveaux produits et services. Elle est axée sur l'amélioration du rendement économique des capacités d'un pays ou d'une région afin d'atteindre les objectifs établis. Se reporter à la figure 2 du chapitre 1

pour un modèle général de système d'innovation. L'innovation au diapason de l'atténuation des gaz à effet de serre aidera à relever le vaste défi horizontal du changement climatique et offrira une incidence économique positive éventuelle.

La Table de la technologie a examiné la capacité du système d'innovation du Canada pour faire progresser le développement des technologies afin d'aider à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans la période de Kyoto et au-delà de celle-ci, d'accéder aux marchés internationaux pour les technologies d'atténuation des GES et de contribuer à l'engagement des premiers ministres, soit qu'aucune région canadienne ne sera touchée de manière défavorable par les engagements de Kyoto.

La figure 5 représente une perspective d'un système d'innovation tout particulièrement axé sur l'amélioration des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Elle fournit une vue du contexte canadien et met en évidence les liaisons dans le système.

Les entreprises doivent être les principaux intervenants du système d'innovation. Elles doivent communiquer entre elles et fonctionner dans le contexte des marchés nationaux et internationaux.

Généralement, les fournisseurs de technologies sont de petites et moyennes entreprises. Les entreprises qui font appel dans une large mesure à la technologie ont tendance à compter parmi les grosses entreprises. Qu'elles soient petites ou grandes, les firmes se servent des technologies dans toutes les facettes de leur entreprise, mais se préoccupent de la rentabilité. Le défi pour les fournisseurs de technologies est de développer des produits et services pour les utilisateurs de technologies qui mènent efficacement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et qui soient également en mesure de répondre aux besoins de meilleur rendement, d'amélioration des procédés, d'incidence réduite sur les autres aspects environnementaux et autres.

Les composantes principales du système d'innovation pour soutenir les activités des entreprises, soit les principaux innovateurs, sont les suivantes:

Les activités de l'***infrastructure cognitive*** créent ou appliquent le savoir. Les trois formes les plus communes d'activités sont la recherche fondamentale et appliquée, le développement des technologies et la conception technique. L'infrastructure cognitive vise aussi à rendre la connaissance accessible par le biais de bibliothèques, de centres d'information, de maisons d'édition, de journaux et de périodiques, de médias électroniques et autres.

La ***démonstration et la commercialisation***[9] sont nécessaires afin d'établir une position pour les technologies émergentes. La démonstration de la viabilité économique et de l'exploitation technique réussie est une composante essentielle de l'innovation pour les technologies émergentes. La technologie est plus facilement acceptée lorsqu'elle a fait

[9] La Table a interprété le mot commercialisation comme «première commercialisation», soit jusqu'au stade de l'entrée sur le marché. Elle n'a pas estimé que la commercialisation englobait des activités de déploiement.

ses preuves grâce à un rendement réel, dans diverses conditions et lorsqu'elle a été confirmée par un tiers.

Le ***climat commercial*** fournit le contexte pour le profit et amène les produits sur le marché. Il réfère aux services commerciaux et au soutien requis pour développer et adopter de nouvelles technologies. Le climat commercial se concentre sur les liens essentiels entre l'entreprise et le marché. Parmi les intervenants, mentionnons les fournisseurs de technologies, les utilisateurs de technologies, les intermédiaires du marché et les agents de distribution, de vente et de marketing. Le climat commerciale peut inclure des instruments économiques comme des bourses, des subventions, des encouragements, la taxation, les règlements et d'autres mesures qui fournissent un soutien direct et indirect à l'industrie.

Les ***ressources humaines*** fournissent la capacité analytique, la créativité et la curiosité nécessaires aux solutions. Les politiques d'éducation et de formation doivent couvrir toute une gamme de compétences, allant de celles de la recherche industrielle à celles de la recherche fondamentale avancée.

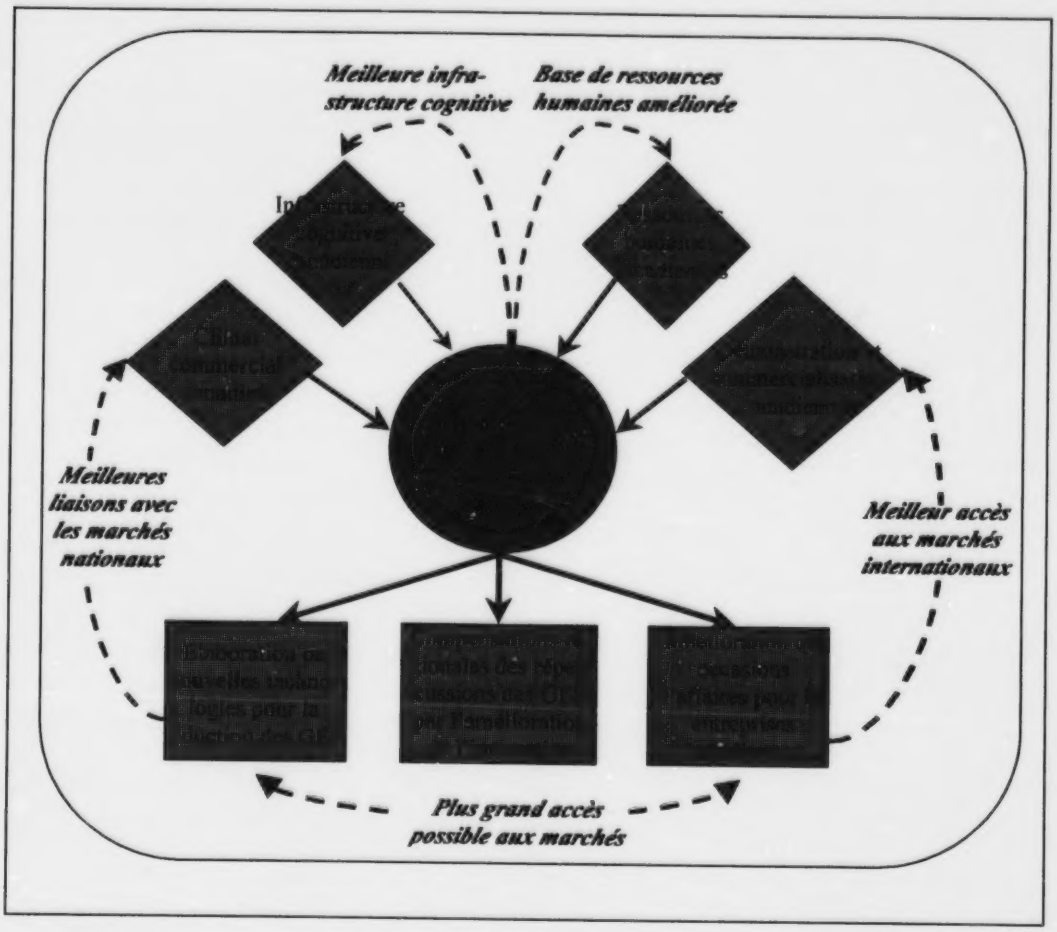
L'innovation efficace exige de bons liens à l'intérieur des diverses composantes du système d'innovation et entre celles-ci afin de permettre aux entreprises d'avoir des rapports satisfaisants avec le marché. Il est important que la structure cognitive favorise l'utilisation optimale de la base de connaissances canadiennes et de l'infrastructure de l'innovation. Il est aussi important que les entreprises canadiennes soient bien liées à cette infrastructure cognitive afin d'en tirer des connaissances spécialisées et que les composantes de l'infrastructure cognitive reflètent les besoins industriels actuels et futurs.

Bien que l'axe d'un tel système d'innovation doive être les entreprises exploitées dans le contexte des marchés nationaux et internationaux, tous les intervenants, y compris les gouvernements, ont un rôle à jouer dans l'amélioration du système. Les gouvernements doivent faire preuve de leadership pour assurer l'excellence de l'infrastructure cognitive et de l'infrastructure des ressources humaines, dans la diffusion de l'information et la mise en place d'un système de réglementation qui soutient un climat commercial positif. Les gouvernements doivent aussi donner des indications claires et compréhensibles des niveaux auxquels les GES seront réduits et accorder un soutien pour établir et accroître les liens, tout particulièrement là où des lacunes importantes se font sentir. Ils doivent aider le secteur privé à équilibrer le rapport risques-avantages avec les objectifs nationaux et régionaux.

Le rôle gouvernemental s'exprime traditionnellement par le biais de programmes, de politiques et de règlements qui peuvent être regroupés sous le concept générique des mesures d'innovation. Par l'entremise d'une étude effectuée par un consultant, la Table a examiné les politiques, les programmes et les règlements existants qui favorisent l'innovation pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Les objectifs de l'étude étaient de fournir un vaste échantillon des mesures fédérales et provinciales existantes, de décrire les caractéristiques des mesures citées, de déterminer les lacunes

dans l'innovation technologique et de déterminer les mesures appliquées à l'extérieur du Canada qui pourraient combler quelques-uns de ces lacunes. La méthodologie utilisée pour l'étude se trouve à l'annexe 9.

Figure 5 – Innovation des technologies relatives aux gaz à effet de serre dans un contexte canadien – ce qui doit être accompli



Un total de 166 mesures nationales ont été déterminées et figurent à l'annexe 10. Pour évaluer ces mesures par rapport à celles des autres pays, la Table a commandé un examen d'ensemble des mesures internationales utilisées pour promouvoir le développement de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre complémentaires à celles utilisées au Canada. Elles se trouvent à l'annexe 11.

Les gouvernements ont aussi d'autres responsabilités relatives à l'atténuation des gaz à effet de serre. La nature à long terme du développement des technologies dicte qu'ils auront à fournir des indications claires du marché. Manifestement, sur le marché actuel,

l'intérêt des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre est moins grand que si les cibles de réduction des gaz à effet de serre faisaient partie de la culture de l'entreprise. Dans l'éventualité que les émissions industrielles de gaz à effet de serre soient un jour contrôlées par le biais de mécanismes imposant un tarif, que ce soit un système d'imposition ou commercial, le besoin de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre sera accru.

5.2 Avantages de l'innovation technologique

Il y a beaucoup d'avantages à l'innovation. Bien qu'il soit trop tôt pour fournir des renseignements sur les avantages d'une approche d'innovation aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre, certains avantages généraux valent la peine d'être signalés.

- L'innovation réduit le coût de production des biens et services à long terme.
- La croissance économique dans les pays industrialisés est dictée par les industries basées sur la connaissance. D'importants investissements soutenus dans le développement des technologies relatives au changement climatique seront une composante majeure d'une économie basée sur la connaissance dans le prochain millénaire.
- En poursuivant l'innovation dans la technologie des gaz à effet de serre, en tant que moteur économique pour la période de Kyoto, toute répercussion économique qui risque d'être défavorable peut être réduite au minimum.
- Lorsque les technologies relatives au changement climatique sont développées et déployées, elles fournissent de multiples avantages aux sociétés canadiennes, qui ont une incidence sur la qualité de vie des Canadiens et Canadiennes. Ces multiples avantages incluent l'apparition d'industries propres, l'amélioration de la qualité de l'air et la réduction des répercussions sur la santé.
- Les nouvelles technologies, particulièrement les technologies transversales, ont des retombées sur l'économie.

5.3 Besoins actuels de mise en valeur du système d'innovation pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre

Ayant étudié les caractéristiques et les avantages de l'innovation en général, la Table a présenté sous forme de tableau les exigences pour améliorer l'innovation dans les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Le tableau 5 fournit un résumé des exigences déterminées et nécessaires.

Tableau 5 – Exigences du système d'innovation canadien pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre

L'infrastructure cognitive exige: • une recherche accrue axée sur les technologies d'atténuation; • de meilleurs liens entre les universités, l'industrie et le gouvernement; • une considération initiale intégrée de toutes les composantes du système d'innovation, y compris le soutien financier après la phase de R.-D.   **On a constaté une baisse de l'investissement public en sciences et technologie depuis la dernière décennie, bien que l'investissement de l'industrie ait augmenté. On s'est aussi éloigné des investissements à long terme et à risque élevé, ce qui a affaibli la capacité canadienne de trouver et développer de nouvelles technologies adaptées à l'environnement. Un défi important pour l'innovation au Canada est le degré limité de liens solides entre la recherche et le développement subventionnés par l'État et l'industrie. Le domaine du changement climatique aura à faire face à d'insurmontables défis relatifs à sa base de connaissance, à moins que de nouveaux investissements publics soient faits.**
***La démonstration et la première commercialisation exigent*:**   • une réduction des risques dans la démonstration commerciale et technique des technologies nouvelles ou améliorées; • l'engagement basé sur une participation globale du secteur privé; • une meilleure connaissance du rendement au cours du cycle de vie des technologies.   **L'introduction initiale des nouvelles technologies sur le marché est un défi d'envergure. Les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre nouvellement introduites n'auront pas d'antécédents de performance. Le soutien de l'utilisation commerciale initiale est considéré comme étant un élément essentiel du système d'innovation, de façon à amorcer une diffusion nationale et à établir une base pour les ventes à l'exportation. Depuis quelques temps, ce soutien représente un point faible du système.**
***Le climat commercial exige*:**   • une réduction des difficultés auxquelles font face les plus petites entreprises en renforçant leur capacité financière par le biais de programmes d'accréditation nationaux, de consortiums industriels, de liens avec les plus grandes entreprises pour obtenir la capacité financière de faire de grandes percées. Le risque financier est l'élément prédominant que considèrent les prêteurs, tandis que la pleine valeur des occasions n'est pas reconnue; • l'importation et l'adaptation des technologies étrangères par des filiales d'entreprises internationales importantes; • des règles claires et uniformes pour l'administration des droits de propriété intellectuelle;

- de meilleurs liens entre les entreprises de façon à ce que les entreprises de développement technologique soient moins vulnérables face à la demande changeante;
- un accès à un capital plus patient;
- une meilleure relation entre les entreprises utilisatrices et les entreprises de fournisseurs, parfois comme résultat de l'accent mis à court terme.

Dans la relation entre les utilisateurs et les fournisseurs de technologies, il peut y avoir une lacune dans la capacité réceptrice des utilisateurs de technologies. Généralement, les utilisateurs de technologies sont des entreprises importantes, qui jouissent d'une bonne santé financière et ont de bonnes relations avec les marchés internationaux. Les fournisseurs de technologies sont généralement de petites entreprises, qui ont peu de liquidités et de faibles liens internationaux. Une relation entre les utilisateurs et les fournisseurs de technologies serait avantageuse. Elle permettrait aux organisations liées d'aligner la stratégie technologique avec la stratégie commerciale, d'intégrer et de combiner les contributions provenant de l'intérieur et de l'extérieur de l'entreprise, d'examiner, de financer et d'évaluer toute une gamme de solutions, de mettre en œuvre de nouvelles technologies et de les intégrer dans les technologies existantes.

De plus, il y a relativement peu de politiques et de programmes qui créent un marché national pour de nouvelles technologies, en comparaison d'autres pays. Par exemple, le Canada a peu de politiques et de programmes sur l'achat gouvernemental, des règlements qui stimulent le progrès technologique et des mesures d'imposition qui incorporent les externalités.

***Les ressources humaines exigent*:**

- une amélioration des compétences en matière de ressources humaines étant donné, surtout, que les défis touchent tous les domaines de la recherche et des secteurs de l'économie.

Parmi les défis qui se posent au Canada, mentionnons le maintien d'une équipe de scientifiques et d'ingénieurs de niveau international et une meilleure reconnaissance de l'importance accordée à la formation continue.

Les exigences susmentionnées visant à améliorer le système d'innovation pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre, de même que les exigences technologiques pour améliorer les technologies exemplaires, définissent les défis auxquels les options de la Table répondent.

Chapitre 6

Options à l'intention des ministres

La Table a mis en évidence les exigences, dans le système d'innovation, relatives à la technologie d'atténuation des gaz à effet de serre, particulièrement dans les secteurs de l'infrastructure cognitive et de la démonstration. Elle a aussi identifié un certain nombre de technologies qui pourraient être retenues dans le cadre des options du programme. Le défi qui demeure consiste à déterminer l'investissement requis pour combler les lacunes et permettre aux technologies ciblées de donner toute leur mesure.

Dans ce chapitre, une série d'options d'investissement est présentée à l'intention des ministres, afin de promouvoir le développement du système d'innovation pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Les options se concentreraient sur les technologies telles que les technologies exemplaires présentées au chapitre 3. Elles sont structurées de façon à intégrer un partage équitable des risques entre les intervenants.

Les options sont présentées selon les composantes suivantes de l'innovation : l'infrastructure cognitive, la démonstration et la commercialisation et le climat commercial. Les options qui relient les composantes dans le système d'innovation canadien sont également présentées parce qu'elles maximisent l'efficacité des composantes individuelles. L'infrastructure des ressources humaines n'est pas traitée directement. Cependant, les options proposées ont des avantages indirects qui pourraient aider à améliorer la base des ressources humaines pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre.

Nous devons nous concentrer sur les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre ciblées. Les 25 regroupements des technologies porteuses d'avenir illustrent les secteurs dans lesquels le Canada a la capacité de répondre aux besoins nationaux et internationaux, mais elles sont à divers stades de leur développement et requièrent plus d'investissement. Les options pour l'infrastructure cognitive ciblent les technologies qui nécessitent un R.-D. à moyen et à long terme.

D'autres travaux doivent être entrepris pour élaborer une approche et un plan d'action en vue d'amener les technologies d'avenir au stade de la commercialisation. Généralement, un certain nombre de défis doivent être relevés, chacun étant propre à une technologie. Un effort considérable est exigé pour concevoir des programmes et coordonner l'expertise et la base de connaissances canadienne afin d'évaluer les besoins. Un exemple se trouve à la figure 6. Afin d'assurer qu'on pourra répondre aux besoins des utilisateurs et que les entreprises canadiennes soient prêtes à fournir la technologie, il doit y avoir une participation des utilisateurs des technologies, des entreprises pouvant fournir les technologies et des laboratoires ou des universités qui font les travaux de recherche. La formation de tels partenariats dès le début est fondamentale.

Figure 6 – Exemple des efforts exigés pour développer une technologie d'avenir

Un effort important est généralement exigé pour élaborer un plan pour le développement, les essais-pilotes et la démonstration d'une nouvelle technologie d'avenir pour l'atténuation des GES. Un exemple est fourni par les travaux fédéraux, provinciaux et de l'industrie pour développer une voie permettant de faire progresser les technologies relatives à la capture, au transport, à l'utilisation et au stockage du CO_2.

Le besoin technologique a été défini par les exploitants de grosses sources ponctuelles de CO_2 telles que les centrales électriques à combustible fossile. Celles-ci ont besoin de technologies efficaces et rentables pour capter le CO_2 provenant des gaz de combustion et le transporter à un endroit où il peut être utilisé à d'autres fins commerciales par l'industrie ou là où il peut être évacué dans des réservoirs souterrains.

Présentement, les technologies pour capter, transporter, utiliser et stocker le CO_2 sont à différents stades de leur développement. On s'occupe actuellement des technologies relatives au transport, alors que celles relatives à la capture et à la concentration du CO_2 provenant des gaz de combustion nécessitent encore un travail considérable. Il a été reconnu qu'un effort coordonné était requis pour développer des technologies à chaque stade du processus de gestion du CO_2, pour chaque composante, de façon à concevoir une progression compatible.

Pour cela, il faut :

- déterminer la nature des besoins pour la technologie;
- déterminer les technologies nécessaires pour répondre à ces besoins;
- déterminer la capacité canadienne pour fournir des technologies rentables et opportunes;
- déterminer les travaux requis pour développer les technologies candidates – p. ex., R.-D. pour résoudre les problèmes avec des composantes particulières des technologies, la démonstration de technologies éprouvées par des essais pilotes à petite ou grande échelle etc.;
- déterminer les technologies qui exigent un investissement pour l'élaboration d'un système intégré efficace;
- élaborer un plan intégré pour les investissements et l'effort;
- mobiliser les ressources pour faire progresser le plan de travail.

Jusqu'à présent, les activités ont consisté :

- en deux ateliers auxquels ont assisté des représentants fédéraux, provinciaux et de l'industrie et des experts internationaux, afin de mesurer l'étendue du problème, d'établir des vues communes de la science et des solutions technologiques possibles (Calgary, mai 1999, Halifax, juillet 1999);
- à faire progresser l'ébauche d'une progression vers l'avant, à organiser un atelier pour mettre au point les derniers détails du plan de travail et à augmenter la participation (octobre 1999);
- à mobiliser les ressources pour entreprendre les projets.

L'infrastructure actuelle de l'innovation fournit déjà les étayages pour améliorer les capacités canadiennes et les occasions. Le mécanisme est pratiquement en place et la compétence est là. Cependant, les ressources sont insuffisantes et elles ne sont ni axées ni alignées sur l'étendue du défi que représente *Kyoto et après*. Il faut examiner les

efforts de toutes les compétences et améliorer les mandats ainsi que l'infrastructure fondamentale.

Les options[10] de la Table de la technologie sont les suivantes :

- **L'infrastructure cognitive**

  1. Concours de découvertes nationales relatives au changement climatique
  2. Soutien accru à l'avancement des connaissances de base
  3. Fonds de développement des technologies relatives au changement climatique

- **Démonstration et commercialisation**

  4. Programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique

- **Climat commercial pour l'innovation**

  5. Commercialisation internationale
  6. Réduction des risques et facilitation de l'accréditation

- **Promotion des rapports**

  7. Pôles et guides technologiques
  8. Forum de communication pour les initiatives technologiques

La Table croit que l'engagement suggéré pour ces options doit être soutenu, mais le niveau de l'investissement requis est présenté seulement sur la période des cinq premières années. Après que l'efficacité de ces options aura été évaluée, soit après trois ou quatre ans, un examen global devrait fournir une base pour établir les niveaux du programme au-delà de cette période initiale de cinq ans.

La Table de la technologie croit que le statu quo ne constitue pas une option et qu'un engagement concerté et soutenu est essentiel.

On croit que les options fourniront des moyens optimaux pour accroître la compétitivité des entreprises canadiennes, réduire la teneur en carbone des produits énergétiques canadiens, avec le double avantage de diminuer les coûts d'exploitation tout en soutenant la réduction des gaz à effet de serre à long terme. Cependant, il est à souligner que les niveaux d'investissement déterminés par la Table reflètent le niveau d'effort jugé nécessaire pour réussir, mais n'engagent pas les gouvernements ou l'industrie à faire ces investissements.

[10] Les options ne sont pas présentées par ordre de priorité. Elles sont plutôt regroupées selon les composantes de l'innovation.

6.1 L'infrastructure cognitive

Afin de stimuler la découverte et le développement des nouvelles technologies sans danger pour le climat au Canada, le pays doit effectuer des investissements ciblés considérables dans son infrastructure cognitive connexe. La capacité nationale de découvrir et d'élaborer des solutions de classe mondiale au problème du changement climatique doit être accrue.

En amenant les technologies existantes au point de la démonstration commerciale et en développant une nouvelle génération de technologies pour atténuer le changement climatique, le Canada a la capacité de devenir un fournisseur important de ces technologies dans les marchés internationaux en expansion.

Le pays doit pousser la recherche sur les défis relatifs au changement climatique et accroître les occasions de trouver de nouvelles solutions technologiques transversales. La Table de la technologie estime qu'un nouveau financement doit encourager une plus grande collaboration dans le milieu de la recherche. Des alliances entre l'industrie, les universités et les gouvernements sont considérées particulièrement efficaces. Des rapports entre les promoteurs des technologies, les fournisseurs et les utilisateurs doivent être établis.

La Table de la technologie a élaboré trois options relatives à l'infrastructure cognitive :

i) concours de découvertes nationales relatives au changement climatique;
ii) soutien accru à l'avancement des connaissances de base;
iii) fonds de développement des technologies relatives au changement climatique.

Option 1 : Concours de découvertes nationales relatives au changement climatique

Il existe un besoin de chercher de nouvelles idées et concepts technologiques. **L'objectif du concours de découvertes nationales relatives au changement climatique est d'élaborer de nouveaux concepts et idées qui pourraient mener à des technologies nouvelles et originales d'atténuation des gaz à effet de serre.** Ceci «sèmerait» les bases de l'innovation pour créer une participation au développement de technologies nouvelles et améliorées. Un concours national fournirait un financement pour soutenir l'élaboration de ces idées et concepts et ce, jusqu'au stade de justification des concepts. Le concours serait ouvert aux personnes ou aux équipes, qui pourraient inclure des chercheurs universitaires, des chercheurs du gouvernement et le secteur privé. La nature compétitive des fonds aidera à mieux faire connaître la question dans le milieu technologique et auprès du grand public.

Le concours serait annoncé deux fois par année. Le comité de sélection tiendrait compte de l'originalité, de l'expérience antérieure, de l'incidence possible, des besoins régionaux et de la pertinence pour le Canada. Les fonds seraient avancés selon l'énoncé des travaux dans la proposition du projet et n'auraient pas à être remboursés (c.-à-d. des contributions

ou des subventions). De 25 à 50 projets seraient financés par année. La propriété intellectuelle appartiendrait au participant, mais le rapport serait du domaine public.

Un comité de sélection national serait formé avec une représentation régionale. Le gouvernement fédéral fournirait le soutien de secrétariat.

Le financement exigé pour ce concours national serait de 25 millions de dollars par année et devrait provenir entièrement de sources fédérales.

Option 2 : Soutien accru à l'avancement des connaissances de base

Il est nécessaire d'entreprendre plus de recherches fondamentales à long terme relatives aux technologies d'atténuation du changement climatique. Ceci s'applique tout particulièrement aux nombreuses technologies de développement. **L'objectif d'un soutien accru à l'avancement des connaissances est d'accroître la base de connaissances pour les occasions qui pourraient avoir une incidence à long terme sur les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre.** Ceci permettrait de mieux comprendre les rapports et les synergies entre les diverses technologies. Il n'y aurait aucun double emploi avec la concurrence nationale, mais un complément des activités et même plus d'idées pour les entrepreneurs.

Le soutien serait administré par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG).

Le financement requis serait de 5 millions de dollars par année, par le biais de nouveaux crédits fédéraux au CRSNG.

Option 3 : Fonds de développement des technologies relatives au changement climatique

L'examen de l'état des technologies exemplaires d'avenir a permis de constater qu'il y a, dans chaque cas, un besoin de développement continu de la base technologique. Il faut aussi changer les idées et concepts futurs de connaissances en produits, procédés, systèmes ou services pour qu'ils puissent avoir une incidence sur les émissions. **Le fonds de développement des technologies relatives au changement climatique aiderait au développement technologique, du concept jusqu'à la démonstration.** Les fonds devraient soutenir le développement des technologies ciblées qui peuvent réduire les gaz à effet de serre et les ventes internationales.

La création du fonds de développement pourrait présenter des occasions de partenariats fédéraux, provinciaux et industriels et faire appel aux connaissances des chercheurs du gouvernement et des universités ainsi que du secteur privé. Le programme serait administré avec une expertise technique, prenant en considération les particularités régionales et les partenariats fédéraux et provinciaux.

Les critères de sélection engloberaient la capacité de chaque partenaire et la nature des partenariats, la probabilité d'une réussite technique, l'influence et le marché éventuel. Les fonds pourraient être attribués pendant des périodes de plusieurs années, mais sous réserve de progrès satisfaisants vérifiés à des intervalles établis. Certains mécanismes d'exécution pourraient donner lieu à des remboursements. La propriété intellectuelle appartiendrait aux participants.

L'investissement dans le fonds devrait passer de 20 millions de dollars par année pour la première année à 200 millions de dollars par année pendant la cinquième année. Le placement de portefeuille approximatif devrait provenir de sources fédérales (jusqu'à 50 %), de sources provinciales (25 %) et de sources industrielles (25 %). Les coefficients de capitalisation pourraient être différents d'un projet à l'autre.

6.2 Démonstration et commercialisation

Option 4 : Programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique

Un défi majeur de l'innovation est l'introduction initiale de nouvelles technologies et services sur le marché. Il est important que les promoteurs et les fournisseurs éventuels de nouvelles technologies relatives aux gaz à effet de serre ou de toute autre technologie, considèrent la réceptivité du marché face à une innovation envisagée. Les utilisateurs de technologies prudents veulent une preuve crédible que la technologie aura les résultats annoncés par le fournisseur avant d'en faire l'acquisition. Les technologies des GES nouvellement introduites n'auront pas d'antécédents de rendement. **Le programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique compenserait une certaine part des risques financiers que présenterait une commercialisation nationale anticipée des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre.**

L'analyse de la Table de la technologie relative aux technologies exemplaires d'avenir a démontré que le soutien pour une première utilisation commerciale est essentiel en vue d'amorcer une diffusion nationale et d'établir une base pour les ventes à l'exportation. La disponibilité d'un tel programme aiderait également à convaincre les entreprises d'investir dans le développement de nouvelles technologies d'atténuation des gaz à effet de serre, sachant qu'il y aurait une aide disponible pour établir un marché réceptif aux innovations efficaces.

Le programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique présenterait des occasions de partenariats fédéraux, provinciaux et industriels et favoriserait des alliances entre les fournisseurs et les utilisateurs des technologies. Le programme de démonstration prendrait en considération les circonstances régionales et serait conçu avec des composantes visant à soutenir et promouvoir l'adoption sur le marché des technologies ciblées, par les moyens suivants :

- **soutenir les démonstrations techniques** jusqu'à la première mise en application à l'échelle commerciale;

- **réduire le risque du «premier achat».** Le premier utilisateur d'une nouvelle technologie court toujours le risque que la technologie n'ait pas les résultats prévus. Un partenariat entre les gouvernements et les utilisateurs ou un consortium d'utilisateurs éventuels et de fournisseurs de nouvelles technologies peut réduire le risque à un niveau acceptable;

- **déterminer et partager l'expérience du rendement.** Des résultats établis du rendement de la technologie est ce que les utilisateurs éventuels veulent voir. Le programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique communiquerait aux utilisateurs éventuels ultérieurs les données vérifiées sur le rendement et l'expérience relative à la première installation financée. Les données vérifiées sur le rendement et l'expérience relative aux installations ultérieures, communiqués sur une base volontaire, permettraient de créer une base de données sur le rendement de la technologie. Pour certaines nouvelles technologies d'atténuation des gaz à effet de serre, il sera nécessaire de tenir compte de préoccupations environnementales, sécuritaires et sociétales. Les informations sur le rendement relatives à ces préoccupations seraient aussi rassemblées et fournies dans le cadre de ce processus;

- **sensibiliser et mettre bien en vue.** Les mécanismes traditionnels de sensibilisation, y compris la publicité gouvernementale axée sur le secteur d'activité ciblé, les congrès professionnels et les prix honorifiques relatifs aux technologies dans le but de promouvoir les nouvelles technologies d'atténuation des gaz à effet de serre aideraient à sensibiliser les marchés et à les rendre plus réceptifs aux technologies. Les coûts de cette activité pourraient être partagés parmi les participants et le gouvernement.

Le programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique serait administré par les mécanismes existants, avec l'aide d'organismes régionaux. Les propositions seraient évaluées selon leur valeur technique, en fonction de la connaissance du marché et de l'industrie.

L'investissement dans le fonds devrait passer de 60 millions de dollars par année pour la première année et s'élever à 300 millions de dollars par année à la cinquième année. Le gouvernement fédéral devrait fournir, selon le portefeuille, jusqu'à 30 % de cet investissement et le reste proviendrait de sources provinciales et industrielles. La composante fédérale serait remboursable.

6.3 Climat commercial pour l'innovation

Option 5 : Commercialisation internationale

Les résultats préliminaires de l'analyse des besoins internationaux ont révélé que des débouchés existent de plus en plus pour les fournisseurs de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. L'innovation peut être exportée, mais des mesures de facilitation dynamiques et flexibles, déjà offertes par les autres économies telles que les États-Unis, le Japon et l'Union européenne, fourniront une vive concurrence pour les fournisseurs canadiens. **Le gouvernement détient le rôle de créer un climat propice à une commercialisation internationale de plus en plus grande des technologies relatives au changement climatique et par conséquent, il doit soutenir la réalisation de la seconde partie du mandat de la Table de la technologie.**

Les pays de l'OCDE fourniront les meilleurs débouchés à court terme, étant donné les relations existantes, les engagements à réduire les gaz à effet de serre, l'infrastructure et autres. Cependant, la demande dans les pays en développement devrait croître de façon exponentielle dans les années à venir. Cette demande est dictée plus par les besoins économiques et environnementaux locaux que par les pressions qu'exerce l'atténuation des gaz à effet de serre. Heureusement, la nature des technologies d'atténuation répond à de multiples objectifs et peut satisfaire plusieurs exigences. Par exemple, les entreprises offrant l'équipement qui réduit simultanément les gaz à effet de serre ainsi que d'autres émissions et fournissent une infrastructure du système d'énergie feront face à une demande élevée pour leurs produits.

Afin d'accéder aux marchés, particulièrement à ceux des pays en développement, les entreprises canadiennes doivent surmonter plusieurs obstacles. Il y a différentes conditions commerciales, fiscales et culturelles en jeu. Les nouvelles informations sont coûteuses à importer, de nombreux innovateurs gardent leurs secrets afin de maintenir une position concurrentielle et les gouvernements étrangers font quelques fois obstacle au transfert de la technologie. De plus, il est rare qu'une technologie puisse être transférée sans avoir à y apporter des modifications afin de l'adapter aux conditions locales. Les expériences passées ont démontré qu'une exportation réussie requiert un investissement de temps et d'autres ressources pour comprendre les marchés étrangers et les pratiques commerciales, cultiver les relations et apprendre les nuances des opérations internationales.

La Table de la technologie recommande que, dans les limites de la réglementation du commerce international, une stratégie globale de commercialisation internationale soit élaborée aussitôt que possible. Cette stratégie devrait lier l'application des technologies sur les marchés nationaux avec les marchés d'exportation éventuels. Par exemple, si certains ensembles de technologies sont utiles à l'industrie énergétique au Canada, comment pourraient-elles être plus utiles à l'industrie énergétique internationale? Ceci pourrait exiger la création de réseaux mondiaux entre les fournisseurs de technologies provenant du Canada et une organisation ou des réseaux dans d'autres pays.

La stratégie élaborée devrait être flexible afin de tenir compte des différentes applications et utilisations finales parmi les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Les composantes d'une stratégie de commercialisation internationale qu'il vaut la peine d'étudier plus en profondeur incluent :

- d'aider à se préparer au commerce international les entreprises qui désirent exporter des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. Ceci pourrait inclure des éléments tels que l'aide avec les dispositions internationales de propriété intellectuelle pour les technologies, les normes internationales, les langues, les informations et les opérations;

- de nommer des délégués commerciaux pour l'atténuation des GES dans diverses ambassades canadiennes;

- de déterminer les relations actuelles entre les entreprises canadiennes et les entreprises internationales et d'utiliser ces relations afin de pénétrer sur le marché;

- de travailler à l'harmonisation des normes environnementales;

- de réduire les barrières commerciales et d'assurer une plus grande libéralisation des échanges de produits, de services et d'investissements;

- d'établir et d'optimiser un protocole d'entente concernant la coopération technologique avec des pays sélectionnés afin de préparer le terrain pour les entreprises canadiennes et d'élaborer une capacité d'acceuil dans les pays en développement. Cette composante fournirait un engagement constructif des pays en développement et aiderait le Canada à tirer des avantages des mécanismes utilisables, si ceux-ci sont pleinement acceptés par le milieu de négociation internationale.

La stratégie de commercialisation internationale devrait être élaborée par les ministères et organismes fédéraux, en collaboration avec le secteur privé, ce qui nécessiterait 400 000 $ du gouvernement fédéral pour une période d'un an. Le coût de la mise en application dépendrait de la stratégie même, mais pourrait être de l'ordre de 8 millions de dollars par année, pour une période de cinq ans.

Option 6 : Réduire les risques et faciliter l'accréditation

L'investissement dans l'innovation peut être coûteux et risqué et l'accès au capital est important, tout particulièrement pour les PME. **Il faut entreprendre des analyses comparatives de la reconnaissance des risques dans le processus d'innovation des technologies fourni par d'autres pays et donner des avantages semblables aux entreprises canadiennes.** Les résultats, si justifiés par l'analyse, pourraient exiger certains mécanismes pour le traitement préférentiel des gains en capital pour des investissements à long terme dans les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre

qui se qualifient, comme on trouve dans bien des pays. Ce type de mesures fiscales fournit un stimulant aux promoteurs du développement des technologies relatives aux gaz à effet de serre. Étant donné qu'il en coûte pour les gouvernements seulement dans les cas où les technologies sont commercialisées avec succès et rapportent un profit, les conséquences négatives sont limitées au point de vue fiscal.

L'analyse devrait examiner les critères pour les mesures fiscales, telles que les périodes d'attente pour les investissements, le genre d'investissement requis pour qualifier et affecter les véhicules pouvant être utilisés (p. ex., les fonds de pension financés par les travailleurs). De plus, les types d'impôts sur les gains en capital qui pourraient être attribués pour la reconnaissance du risque devraient être étudiés. Un tel régime fiscal aiderait à placer les entreprises canadiennes sur un pied d'égalité avec les concurrents étrangers.

Pour compléter le régime fiscal, les entreprises canadiennes ont également besoin d'accéder aux normes internationales, telles que les séries ISO 14000 des systèmes de gestion de l'environnement et d'en être certifiées. L'accréditation ISO 14000 est rapidement devenue une condition préalable pour faire des affaires en Europe. Une telle accréditation mettra également les entreprises canadiennes sur un pied d'égalité. Les programmes d'approche et les campagnes plus dynamiques effectuées par le Conseil canadien des normes devraient être examinés.

Ces études devraient être entreprises par les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux. Les coûts sont estimés à 200 000 $ pour un an.

6.4 Promotion des rapports

Option 7 : Pôles et guides technologiques

Afin de tirer parti du pouvoir de l'innovation, les liens entre les composantes doivent être efficaces car ils permettent aux entreprises d'interagir avec succès avec le marché. Les entreprises canadiennes doivent être bien reliées à l'infrastructure cognitive afin qu'elles puissent viser les marchés futurs et faire appel aux connaissances techniques. **L'objectif de cette option concernant les pôles et les guides technologiques est de parvenir à une meilleure compréhension stratégique des débouchés technologiques pour les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre dans les secteurs industriels et entre eux et entre les fournisseurs et les utilisateurs des technologies.**

i) Les pôles technologiques

Divers réseaux existent déjà dans les secteurs technologiques sélectionnés. Cependant, les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre touchent souvent plusieurs disciplines et domaines de recherche. Les technologies transversales en sont un exemple. Les progrès faits dans ces technologies peuvent parfois donner lieu à des percées pour les technologies d'atténuation plus directes. À cette fin, des fonds sont proposés pour

permettre de créer des *pôles technologiques* entre le milieu de la recherche, l'industrie, les universités et les gouvernements.

Les pôles technologiques sont des minisystèmes qui concentrent et coordonnent les efforts, y compris le financement dans certains cas pour une technologie particulière ou une famille de technologies. Un ensemble de pôles aurait certaines des caractéristiques suivantes :

- il serait situé de façon stratégique;
- les aspects régionaux seraient présents;
- il concentrerait et coordonnerait l'innovation dans un secteur technologique;
- il nécessiterait la participation d'intervenants du gouvernement, de l'industrie et des universités;
- il préviendrait la répétition des efforts;
- il pourrait utiliser les accords fédéraux et provinciaux pour établir un cadre de participation.

Les fonds fourniraient un soutien pour les mécanismes de coopération afin d'accroître la capacité de travailler avec les divers intervenants du système d'innovation. Ils soutiendraient le coût de la mise en place de la gestion des divers centres, pôles et réseaux de recherche concertée dont le but est d'organiser et de coordonner un effort national pour un aspect particulier des technologies sans danger pour le climat.

Les coûts admissibles incluraient la mise en œuvre initiale, la gestion continue, l'élaboration d'un guide pour les secteurs de la technologie, le recrutement des membres, la création et l'exploitation de sites Web et d'autres mécanismes de communication ainsi que des ateliers annuels sur la technologie.

ii) Les guides technologiques

Les guides technologiques sont un outil de prévision et de planification pour déterminer les besoins futurs des marchés en produits et services technologies. Les exercices relatifs aux guides technologiques sont pragmatiques. Ils sont spécialement conçus pour mener à des initiatives de collaboration relatives à la technologie chez les participants. Les guides technologiques sont des exercices menés par l'industrie avec un accent mis tout particulièrement sur l'industrie. Ils sont cependant des outils relativement nouveaux. Certaines des leçons apprises jusqu'à présent se trouvent à la figure 7.

Figure 7 – Expériences acquises sur les guides technologiques

Un certain nombre de leçons ont été apprises des exercices de guides technologiques faits jusqu'à présent au Canada et aux Etats-Unis. On reconnaît que les exercices de guides technologiques sont une méthodologie relativement nouvelle ,conçue pour créer des plans de travail de développement des technologies valables et justifiables.

Certains problèmes et difficultés rencontrés jusqu'à présent incluent :

- de trouver des façons d'intéresser et d'engager l'industrie dans le processus;
- d'adopter un point de vue stratégique et d'avant-garde qui puisse aller au-delà des besoins actuels et pour envisager les besoins futurs;
- de trouver un juste équilibre entre le rôle du gouvernement, soit d'offrir des services de facilitation et d'organisation et le rôle de l'industrie, en tant qu'agent et participant principal dans le processus global;
- de définir les dimensions appropriées et la portée pour les secteurs ciblés (qui doivent être plus précisément définies que pour un secteur industriel entier, mais sans être concentrées trop étroitement sur des technologies particulières.
- d'établir des rapports avec les exercices et les conditions futures des marchés, particulièrement dans les cas dans lesquels le paradigme de la réglementation de la structure des marchés change rapidement.

Les guides technologiques sont avantageux pour tous les participants. Pour les entreprises, ils sont un outil de planification stratégique afin de combler les lacunes entre les capacités technologiques actuelles et les exigences futures et pour prendre des décisions relatives à l'investissement technologique pour combler cette lacune. Ils sont spécialement conçus pour elles. Cependant, le gouvernement et les organismes de recherche peuvent aussi en profiter. Pour les organismes de recherche et les établissements d'enseignement, ils fournissent un encadrement pour structurer les futurs programmes à l'avenir. Pour les gouvernements, ils offrent une orientation stratégique pour les activités de développement industriel, l'élaboration des programmes et des politiques et les décisions réglementaires. L'élément clé est que les exercices de guides technologiques catalysent un partenariat composé de nombreux participants et dirigé par l'industrie afin de dresser un plan de travail soigneusement planifié et coordonné pour amener au stade de la commercialisation les produits et les services technologiques nécessaires.

Les pôles et les guides technologiques pour les technologies d'avenir relatives à l'atténuation des gaz à effet de serre devraient être administrés au niveau régional, là où il est logique de la faire et prendre appui sur les réseaux existants. Un partenariat fédéral et provincial pourrait être utilisé.

Le financement requis pour les pôles et les guides serait de 5 millions de dollars par année, dont 60 % proviendrait de sources fédérales et 40 % de sources provinciales.

Option 8 : Forum de communication pour les initiatives technologiques

Les pôles technologiques constitueront des centres d'échanges dans des secteurs technologiques particuliers. Cependant, il existe un besoin d'un plus grand forum afin de traiter de questions générales relatives à l'innovation des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre et de coordonner les efforts de tous les intervenants. **L'objectif de cette option est d'assurer que les décideurs responsables de l'investissement des ressources limitées disponibles pour le développement technologique ont l'avantage d'avoir les connaissances et les informations nécessaires pour prendre des décisions judicieuses.** Essentiellement, les décideurs ont besoin d'un forum ouvert qui prévoit :

- un échange d'informations sur les activités continues relatives au développement technologique;
- la communication des plans et des idées de programmes;
- la détermination des secteurs d'intérêts mutuels;
- la détermination des secteurs de collaboration;
- la suppression de toute répétition et chevauchement .

Les caractéristiques d'un tel mécanisme de coordination devraient inclure :

- la diffusion d'informations qui aideraient les entreprises, les groupes et les organismes actifs à approfondir leurs connaissances et accroître leurs liens afin de faire progresser leurs travaux relatifs au développement des technologies d'atténuation des GES;
- une sensibilité face aux intérêts régionaux;
- des participants provenant de l'industrie, des gouvernements et du monde universitaire;
- des liens avec les communautés intéressées dans le développement technologique;
- la participation principalement de décideurs qui ont l'occasion d'influencer la planification et l'orientation stratégiques des investissements dans le développement technologique;
- l'accès à l'information et aux perspectives internationales concernant les réflexions stratégiques, les programmes et les investissements en matière de développement technologique.

Toute structure conçue pour fournir un tel forum devrait être sans faille et flexible. Elle devrait être conçue pour assurer des communications continues afin d'atteindre les buts établis, avec une présence importante. Il faut éviter de créer une nouvelle structure administrative centralisée qui pourrait servir à contrôler ou à limiter les mesures prises par les intéressés.

Ces principes présentent des défis importants et souvent conflictuels. Il est entendu que le but de ce forum est d'influencer les décisions prises à l'intérieur des programmes existants en ce qui concerne le contenu des programmes et l'allocation des fonds.

Par exemple, les structures existantes telles que le Comité de coordination national sur les problèmes atmosphériques du changement climatique (CCNPA – CC) pourraient servir de mécanisme pour cette approche.

Le CCNPA-CC est un comité de coordination composé de cadres supérieurs fédéraux et provinciaux pour la stratégie nationale de mise en œuvre pour le changement climatique. Depuis dix ans, le comité travaille au niveau fédéral-provincial aux questions liées à l'environnement, y compris les pluies acides et à présent, le changement climatique. Ce mécanisme établi pourrait être une plate-forme qui convient à la coordination des initiatives technologiques.

Une entente pourrait englober un sous-comité du CCNPA-CC axé sur la coordination et les stratégies technologiques. Les membres seraient les représentants des ministères de l'environnement et de l'énergie de chaque ordre de gouvernement et le comité pourrait être complété par les dirigeants des programmes et des organismes, les représentants d'autres ministères qui ont un intérêt dans la technologie et l'innovation ou d'autres experts selon les questions discutées. Le fait que le CCNPA-CC ait déjà un intérêt et s'intéresse à un certain niveau aux questions technologiques faciliterait la création et la structure de soutien d'un tel comité.

Le financement pour le forum de communication serait de 300 000 $ par année et proviendrait de sources fédérales et provinciales et peut-être même de sources industrielles.

6.5 Sommaire des options et principes de mise en œuvre

Un sommaire des options et de leurs profils de financement sur une période de cinq ans est présenté au tableau 6.

Il n'a pas été possible de faire des estimations *ex ante* de toutes les répercussions de l'investissement correspondant. Ceci est attribuable à un certain nombre de facteurs.

Premièrement, étant donné la longue période de temps exigée pour faire progresser une technologie, du stade de la création jusqu'à la commercialisation, il est difficile de suivre les répercussions d'un investissement au stade initial du cycle, sur une période de dix ans

ou plus, jusqu'à ce que la technologie soit finalement disponible sur le marché. Il est beaucoup plus facile de suivre les progrès techniques et scientifiques tout au long des étapes.

Deuxièmement, comme on le constate habituellement dans les programmes de R.-D., les percées dans un domaine de recherche ont souvent des applications dans un secteur connexe. Il est presque impossible de suivre ces applications croisées.

Troisièmement, les investigations en R.-D. ne produisent pas toujours, en réalité, les résultats attendus et les investissements peuvent sembler gaspillés. Une bonne comptabilité des investissements totaux en R.-D. prendra en compte ces facteurs et, par conséquent, l'évaluation des répercussions sera pondérée en conséquence.

Cependant, certains principes généraux de mise en application sont suggérés.

- La mise en application des options sera centrée sur des résultats précis, qui devront être signalés régulièrement et fourniront ainsi un système de reddition de comptes aux gouvernements fédéral et provinciaux.

- Dans la plus grande mesure possible, la mise en application des options devrait englober des rachats sectoriels avec des fonds selon la méthode des rendements moyens.

- La mise en œuvre des applications devrait être une collaboration entre le gouvernement fédéral, les gouvernements provinciaux et l'industrie.

- La mise en œuvre de chaque projet doit être évaluée en fonction des répercussions possibles sur les gaz à effet de serre des technologies clés qui peuvent se rattacher à l'option.

- L'ensemble de contributions possibles de chaque option relativement aux multiples avantages et aux facteurs de qualité de la vie, tels que la santé, devrait être défini de façon qualitative.

De plus, il faudrait déterminer la gamme de répercussions dans diverses conditions, à l'aide de techniques telles que la modélisation de scénarios.

Tableau 6 - Sommaire des options et profils de financement

Options	Financement Objectif	1ère année	2e année	3e année	4e année	5e année	Sources
1. Concours de découvertes nationales relatives au changement	Élaborer de nouveaux concepts et de nouvelles idées qui pourraient mener à des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre	25 millions de dollars	25 millions de dollars	25 millions de dollars	25 millions de dollars	25 millions de dollars	Gouv. fédéral
2. Soutien accru à l'avancement des connaissances de base	Améliorer la base des connaissances pour les occasions qui pourraient avoir une incidence à long terme sur les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	Gouv. fédéral
3. Fonds de développement des technologies relatives au changement climatique	Appuyer les technologies de pointe, à partir du concept jusqu'à la démonstration	20 millions de dollars $	40 millions de dollars	80 millions de dollars	150 millions de dollars	200 millions de dollars	Gouv. fédéral jusqu'à 50 % Gouv. provinciaux : 25 % Industrie : 25 %
4. Programme de démonstration des technologies relatives au changement climatique	Atténuer une partie des risques financiers que présente la commercialisation nationale précoce des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre	60 millions de dollars	90 millions de dollars	150 millions de dollars	240 millions de dollars	300 millions de dollars	Gouv. provinciaux et industrie : 70 % Gouv. fédéral : 30 %
5. Commercialisation internationale	Créer un climat propice à la commercialisation internationale des technologies relatives au changement climatique et ainsi réaliser la seconde partie du mandat de la Table de la technologie	400 000 $	**Selon la stratégie**				Gouv. fédéral (pour 1 an)
6. Réduction des risques et facilitation de l'accréditation	Entreprendre des analyses comparatives de l'évaluation des risques dans le processus d'innovation des technologies dans d'autres pays	200 000 $	200 000 $	200 000 $	200 000 $	200 000 $	Gouv. fédéral et provinciaux

Options	Financement Objectif	1ère année	2e année	3e année	4e année	5e année	Sources
7. Pôles et guides technologiques	Développer une compréhension stratégique des possibilités technologiques pour l'atténuation des gaz à effet de serre dans les secteurs industriels et entre eux ainsi qu'entre les fournisseurs et les utilisateurs de technologies	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	5 millions de dollars	Gouv. fédéral : 60 % Gouv. provinciaux : 40 %
8. Forum de communication	Assurer que les décideurs responsables de l'investissement des ressources limitées disponibles pour le développement technologique disposent des connaissances et renseignements adéquats pour prendre des décisions judicieuses et logiques	300 000 $	300 000 $	300 000 $	300 000 $	300 000 $	Gouv. fédéral et provinciaux
		115 900 $	165 500 $+	265 500 $+	425 500 $+	535 500 $+	

Chapitre7

Conclusions et complément d'étude

Le contexte social et économique dans lequel nous vivons est structuré par les technologies qui sont produites et utilisées. Par le biais de la technologie, les êtres humains ont acquis la capacité de transformer leur milieu naturel, aux niveaux local, régional et plus récemment, à l'échelle mondiale[11]. Il est maintenant généralement reconnu que l'évolution technologique est un processus ni linéaire ni simple. L'évolution de la technologie est incertaine, dynamique, systémique et cumulative. L'incertitude fait partie de la vie et personne ne sait la *forme* que prendra la technologie.

Il n'y a pas de rapport biunivoque entre la recherche et le développement pour les technologies et les résultats prévus. Dans la situation actuelle, il n'y a pas de relations directes et prévisibles entre la recherche et le développement relativement aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre et à leur déploiement prévu et, à la fin, à l'atténuation des émissions. Cependant, en expérimentant avec toute une gamme de solutions, les chances de réussite augmentent.

La Table de la technologie estime avoir élaboré des options à l'intention des ministres qui augmenteront les chances de développer et de commercialiser les technologies d'atténuation des gaz à effet de serre, qui seront en fin de compte disponibles pour les déploiements dans les secteurs pertinents de l'économie. En se concentrant sur l'ensemble du système d'innovation, les options, si elles sont mises en œuvre, augmenteront la capacité canadienne de développer des technologies de réduction des émissions de gaz à effet de serre, multiplieront les occasions pour les entreprises canadiennes sur les marchés nationaux et internationaux et accroîtront la capacité canadienne de trouver des solutions connexes à plus long terme.

L'investissement requis pour les huit options est considérable, tout comme le défi de réduire les émissions de gaz à effet de serre pour la période de Kyoto et au-delà de celle-ci. Afin de réussir, il est important d'agir maintenant et de maintenir une approche nationale prenant appui sur les partenariats fédéraux et provinciaux et sur les contributions régionales.

Il sera aussi important d'entreprendre des études complémentaires dans plusieurs secteurs.

En premier lieu, il est essentiel de continuer à inventorier les *besoins* de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ceci s'applique à la fois aux marchés nationaux et internationaux. Il s'agit de fournir une meilleure information commerciale aux

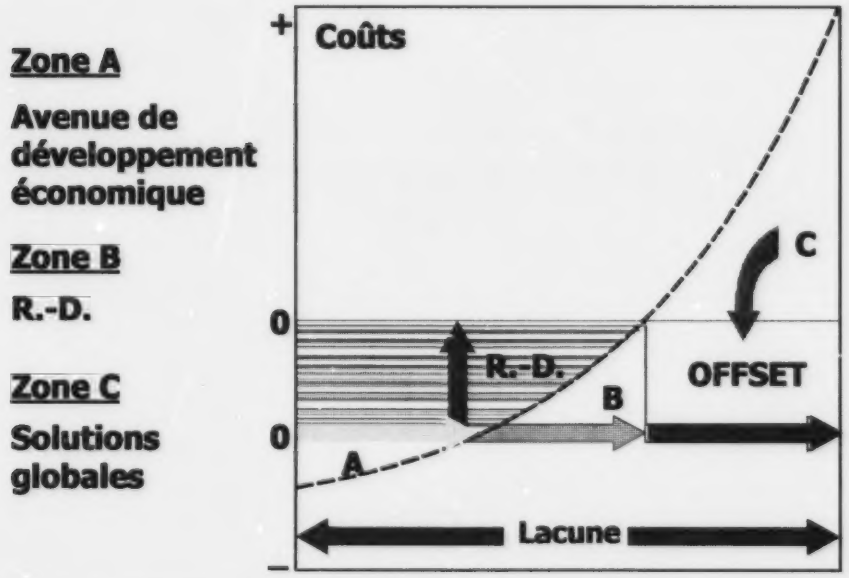
[11] *Technology and Global Change*, Arnulf Grübler, Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués, Laxenburg, Autriche, Cambridge University Press, 1998.

entreprises canadiennes désirant tirer profit des marchés mondiaux en expansion relativement aux technologies d'atténuation des gaz à effet de serre.

En second lieu, il faut commencer à élaborer une approche et un plan d'action détaillés pour amener chaque technologie en développement au stade de la commercialisation. Il faudra relever un certain nombre de défis, chacun propre à une technologie particulière. Afin d'agir efficacement, les partenariats devront se baser sur l'expertise et les forces déjà en place.

En dernier lieu, plus de travaux sont nécessaires pour évaluer, au niveau des projets, les répercussions des investissements dans le développement de technologies particulières. Bien que les résultats ne soient qu'indicatifs, ils fourniraient un aperçu des effets du développement technologique sur une courbe de coûts représentative, tel que montré à la figure 8. Une des répercussions des investissements en R.-D. est la réduction des coûts de chaque technologie le long de la courbe. L'idéal serait que l'investissement se déplace vers le haut de la ligne de coûts zéro faisant ainsi passer une grande part des solutions, soit des coûts positifs à des économies de coûts (ce qui est représenté schématiquement par la flèche verticale à la figure 8). Une seconde possibilité est l'efficacité de chaque composante de la courbe, au même coût (représenté schématiquement par la flèche B à la figure 8). L'analyse des répercussions des investissements de R.-D. sur les courbes de coûts produites par les tables sectorielles serait un moyen intéressant d'évaluer les répercussions possibles des investissements ciblés dans les solutions technologiques particulières.

Figure 8 – Modèle décisionnel de Suncor pour les mesures relatives aux GES[12]



[12] Tiré d'un exposé fait par Barry Stewart, Vice-président coordonnateur en chef, Suncor Ltée.

Annexe 1

Membres de la Table de concertation de la technologie*

* Incluant les représentants du Secrétariat du changement climatique assistant aux réunions.

Secteurs technologiques	Représentation	Membre	Téléphone/télécopieur/ adresse électronique
Coprésidents	Non gouvernementale	**Clive Willis, Expert-conseil en innovation et systèmes d'innovation**	Tel: (819) 684-0295 Fax: (819) 684-0614 cwillis@wonder.ca
	Gouvernementale (coparrainer de la Table)	**Graham Campbell, Directeur, Bureau de la recherche et du développement énergétiques, RNCan**	Tel: (613) 995-8860 Fax: (613) 995-6146 grcampbe@nrcan.gc.ca
Gouvernements provinciaux	Alberta	**Don Macdonald, Ministère de l'Énergie, Alberta (remplaçant)** **Rick Nelson (membre principal) Ministère de l'Énergie, Alberta**	Tel: (403) 422-7872 Fax: (403) 427-2278 d.macdon@gov.ab.ca Tel: (403) 427-0286 Fax: (403) 422-9112 richard.nelson@gov.ab.ca
	Colombie-Britannique	**Galen Greer, Information, Science and Technology Agency**	Tel: (250) 387-1629 Fax: (250) 356-0021 galen.greer@gems8.gov.bc.ca
	Ontario (coparrainer de la Table)	**Peter Telford, Énergie, Science et Technologie** **John Rinella (remplaçant) Énergie, Science et Technologie**	Tel: (416) 325-6701 Fax: (416) 325-7023 telforpe@est.gov.on.ca Tel: (416) 325-7064 Fax: (416) 325-7023 rinelljo@est.gov.on.ca
	Québec	**Benoit Drolet, Ministère des Ressources naturelles du Québec**	Tel: (418) 627-6380 poste 8118 Fax: (418) 643-8337 b.drolet@mrn.gouv.qc.ca
Ministères fédéraux*	Environnement Canada	**Tom Foote Direction de l'avancement de la technologie environnementale**	Tel: (819) 994-1821 Fax: (819) 997-8427 tom.foote@ec.gc.ca
	Dossier de l'industrie	**Nancy Hamzawi Direction des affaires environnementales, Industrie Canada** **Ed Capes (membre principal) Conseil national de recherches du Canada**	Tel: (613) 952-1572 Fax: (613) 952-9564 Hamzawi.nancy@c.gc.ca Tel: (613) 993-4041 Fax: (613) 957-8231 ed.capes@nrc.ca
	Ressources naturelles Canada	**Frank Campbell, Directeur, Centre de la technologie de l'énergie CAMNET**	Tel: (613) 996-8201 Fax: (613) 947-2318 fcampbel@nrcan.gc.ca
Industrie	Association canadienne du Gaz (ACG)	**Emmanuel Morin, Directeur, Développement Technologique Gaz Métropolitain**	Tel: (514) 598-3582 Fax: (514) 598-3461 emorin@gazmet.com
	Association canadienne des producteurs pétroliers (CAPP)	**Gary Webster, Gestionnaire Environnement et santé**	Tel: (403) 267-1146 Fax: (403) 266-3214 webster@capp.ca
	Énergies de remplacement	**Jeff Passmore, vice-président IOGEN Canada Inc.**	Tel: (613) 733-9830 poste 407 Fax: (613) 733-5127 jeffp@iogen.ca

	Fabrication	**Debbie Pelletier, gestionnaire du comité de S&T, Alliance des manufacturiers et des exportateurs du Canada**	Tel: (613) 238-8888 poste 237 Fax: (613) 563-9218 debbie_pelletier@the-alliance.com
	Électrotechnologies	**Louis F. Monier,** **Conseil canadien des électrotechnologies** **Rick Clayton (remplaçant)**	Tel: (514) 485-9423 Fax: (514) 289-5961 cceinfo@cce.qc.ca monierlf@star.ca Fax: (613) 237-3963 cceinfo@cce.qc.ca
	Nucléaire	**Duane Pendergast, Association Canadienne Nucléaire**	Tel: (905) 823-9040 poste 4582 Fax: (905) 823-0416 pendergastd@aecl.ca
Industrie environnementale de l'ONGE	Marchés, Politique environnementale	**Chris Henderson,** **Groupe Delphi**	Tel: (613) 562-2005 Fax: (613) 562-2008 chrish@delphi.ca
	Technologies	**Andrew Pape,** **Société d'énergie solaire du Canada** **Joe Thwaites** **Société d'énergie solaire du Canada (remplaçant)**	Tel: (604) 641-2876 Fax: (250) 334-8535 apape@compassrm.bc.ca Tel: (604) 878-1588 Fax: (604) 946-3804 thwaites@direct.ca
	Marchés internationaux de la technologie	**Brent-Herbert-Copley,** **Société de recherche pour le développement international**	Tel: (613) 236-6163 poste 3882 Fax: (613) 567-7749 bherbert@idrc.ca
	Expert-conseil en environnement	**Brian Kelly,** **EcoPathways Consulting**	Tel: (905) 430-2172 Fax: (905) 430-4574 ecopathways@sympatico.ca
Universités	Science/Technologie	**Amit Chakma, Doyen du génie,** **University of Regina**	Tel: (306) 585-4159 Fax: (306) 585-4556 amit.chakma@uregina.ca
	Marché, Politique	**John Barclay, professeur** **University of Victoria**	Tel: (425) 497-0329 Fax: (425) 497-8610 jbarclay@me.uvic.ca
Séquestration géologique	Groupe de travail sur la séquestration	**Dr Bill Gunter,** **Conseil de recherches de l'Alberta**	Tel: (403) 450-5467 Fax: (403) 450-5083 gunter@arc.ab.ca
Experts en technologie	Électricité	**Kerry Blamire, Spécialiste de la technologie avancée, Nova Scotia Power**	Tel: (902) 428-6655 Fax: (902) 428-6118 kerry.blamire@nspower.ns.ca
Représentants des Tables de concertation	Électricité Transport	**Représenté par Rick Nelson/Don MacDonald, MDE de l'Alberta** **Michael Ball, Transports Canada**	 Tel: (613) 991-6027 Fax: (613) 991-6045 ballma@tc.gc.ca
Gestionnaire de la Table de la technologie		**Mary Preville** **Bureau de recherche et de développement énergétiques RNCan**	Tel: (613) 943-9288 Fax: (613) 995-6146 mprevill@nrcan.gc.ca

Annexe 2

Méthodes d'évaluation des besoins technologiques nationaux

Les méthodes utilisées pour l'évaluation des besoins technologiques nationaux nécessitent une étude et une révision de la documentation. Ces méthodes ont été utilisées afin d'élaborer une «liste de base » des besoins technologiques à partir de laquelle une «liste détaillée des besoins technologiques nationaux » a été élaborée. De plus, ces technologies ont été catégorisées par secteurs et sous-secteurs. Chacun de ces éléments et leur état actuel sont décrits plus loin en détail.

2.1 Assemblage de la « liste de base » des technologies de GES

La première tâche ayant dû être effectuée par l'équipe du projet a été d'assembler une longue « liste de base » des besoins technologiques nationaux relatifs à l'atténuation des émissions de GES. Cette liste, qui contient 265 technologies différentes relatives à une grande variété de secteurs industriels, a été produite en concentrant les efforts de recherche sur ce qui suit :

- une analyse documentaire de la documentation concernant les technologies de GES, leurs besoins et leur applicabilité ;
- des enquêtes auprès des représentants des groupes représentatifs des secteurs industriels canadiens afin d'augmenter l'analyse documentaire.

La liste de base a fourni à la Table de concertation de la technologie une liste de tous les besoins technologiques désignés jusqu'à présent. La liste de base contient :

- le titre de chaque technologie ;
- un numéro de technologie ;
- les sources de l'information (que ce soit la réponse de la documentation ou la réponse de l'étude) utilisées afin d'obtenir les données des technologies décrites dans la Table du sommaire des besoins nationaux et la liste détaillée.

Un certain nombre des technologies de la liste de base ont été abordées dans plus d'une source et les deux références sont fournies. La liste de base a été utilisée pour sélectionner les technologies afin d'obtenir une description plus détaillée dans la liste complète. Elle a aussi fourni à la Table de concertation un index contenant un grand nombre des besoins en technologies provenant d'une grande variété de sources.

Analyse documentaire

La composante de l'analyse documentaire de l'effort de recherche était axée, au départ, sur les divers documents de base sectoriels préparés pour le Secrétariat national du changement climatique. Les documents de base ayant été examinés dans l'analyse documentaire comprennent les suivants :

Table du transport — Document de base sur le changement climatique : secteur du transport

Table de l'électricité — Document de base de la Table de concertation de l'industrie de l'électricité

Table des puits — Document de base de la Table des puits nationaux

Table de l'agriculture et de l'agro-alimentaire — Document de base de l'agriculture et de l'agro-alimentaire

Table du secteur forestier — Document de base : une étude du secteur forestier et des options du secteur forestier

Table des municipalités — Document de base des municipalités

Tables des édifices

- Institutionnels et commerciaux : Document de base
- Document de base du changement climatique dans le secteur résidentiel

Table de l'industrie

- Document de base de la Table de l'industrie : autres activités manufacturières
- Document de base de l'industrie pétrolière et gazière
- Document de base du secteur de fabrication du matériel relatif au transport
- Document de base du changement climatique relatif aux minéraux et aux métaux

En tant que composante de ces documents, on avait indiqué aux auteurs qu'ils devaient examiner des options technologiques possibles (à court et à long terme) pour répondre à la réduction des émissions de GES dans leur secteur respectif. Il faut cependant noter que les analyses des technologies dans ces documents étaient très inégales. Certains documents de base contenaient des analyses détaillées des technologies (soit, transport, minéraux et métaux, édifices résidentiels, pétrole et gaz) alors que dans d'autres documents (soit, foresterie et autres activités de fabrication), la quantité d'informations concernant les besoins technologiques était plutôt minime. Malgré le manque d'informations dans certains cas, tous les besoins technologiques déterminés dans chaque document de base sont présentés dans la liste de base. On présume que les représentants des Tables sectorielles ont désigné les besoins technologiques qui correspondent le mieux au défi de réduire les émissions de GES. Une recherche continue de la part des Tables sectorielles aidera à déterminer la faisabilité économique du fait de satisfaire plusieurs de ses besoins.

L'analyse documentaire comprend également une recherche de ressources sur Internet, un examen des documents internes et une série d'appels téléphoniques afin de sélectionner les ministères gouvernementaux, tels que le Conseil national de recherches, Ressources naturelles Canada, le ministère de l'Environnement et Industrie Canada, afin de trouver davantage de documentation. Les documents additionnels utilisés dans la recherche documentaire se trouvant dans la liste de base comprennent :

- *Climate Change Technologies and Canadian Supply Capabilities : A Scoping Study* : Cette étude, préparée pour les données générales de l'industrie, détaille plus de 60 technologies différentes visant à réduire les émissions de GES et démontre l'habileté des entreprises canadiennes à fournir ces technologies.

- *Out of the Box and into the Future : Futures Technology Workshop* : Ce document de RNCan contient les procédures d'un atelier de projet à terme de la technologie de l'énergie tenu au mois d'août 1998.
- *The Role of Transportation Technologies in Reducing Greenhouse Gas Emissions.* Ministère des transports de l'Ontario, 1995.
- *A Utility Perspective on Technology Related to Greenhouse Gas Abatement (Draft).* Par D.K. Blamire de la Nova Scotia Power Inc., février 1999.
- *CO_2 Capture, Reuse and Storage Technologies for Mitigating Global Climate Change.* Laboratoire de l'énergie, Massachusetts Institute of Technology, janvier 1997.

Enquête

Afin de compléter l'analyse documentaire et d'obtenir des données additionnelles provenant des représentants de l'industrie concernant les besoins technologiques, une enquête a été effectuée avec l'aide du groupe de travail de la Table sur les besoins technologiques.

Pour l'enquête, un groupe représentatif des représentants de l'industrie a été sélectionné, avec la contribution du groupe de travail de la Table sur les besoins technologiques. Cette enquête a demandé aux personnes interrogées de décrire brièvement :

- trois priorités des besoins en technologies d'atténuation des GES (technologies actuelles et futures) ;
- l'étendue et le calendrier de chaque besoin ;
- la disponibilité commerciale de la technologie (en tenant compte que la technologie est disponible et provient d'entreprises canadiennes).

Afin d'obtenir un grand échantillonnage, l'équipe de consultation a distribué plus de 80 enquêtes par télécopieur et par courrier électronique durant les mois de février et mars 1999. De plus, plusieurs demandes de renseignements ont été effectuées auprès de personnes potentiellement mises en cause, par téléphone et/ou par courrier électronique, la semaine suivant la distribution de l'enquête. Les réponses à l'enquête ont été satisfaisantes, étant donné le court délai à l'intérieur duquel l'enquête devait être exécutée. Certaines enquêtes ont été complétées au téléphone, alors que la plupart ont été reçues par télécopieur. Au total, 34 enquêtes ont été complétées par les personnes interrogées provenant d'un vaste groupe représentatif des secteurs industriels.

Presque toutes les enquêtes reçues contenaient des informations à valeur ajoutée sur les besoins technologiques, ce qui complète l'analyse documentaire. La plupart des personnes interrogées ont fourni des descriptions détaillées des besoins, alors que plusieurs autres ont fourni des données plus générales. Toutes les technologies désignées par le biais des réponses à l'enquête ont été incluses dans la «liste de base » et plusieurs ont été inscrites dans la liste détaillée.

2.2 Élaboration de la liste détaillée des besoins technologiques nationaux

L'équipe du projet a accepté de décrire, en tant que partie du rapport final, plus de 80 des technologies désignées dans la liste de base. Le profil de ces technologies a pour but de faciliter l'ensemble des analyses de niveaux des besoins en technologies d'atténuation des GES et de fournir plus d'informations détaillées qui seront utilisées dans la phase d'intégration de la recherche de la Table de la technologie. De la liste de base, 83 technologies ont été sélectionnées en utilisant les quatre critères suivants et appliqués dans l'ordre de priorité qui suit :

1. Il existe un nombre suffisant de qualités, d'informations détaillées décrivant la technologie (note : plusieurs des besoins technologiques de la liste de base comportent une quantité très limitée d'informations utilisées à cette fin) ;

2. Un besoin technologique est indiqué dans plus d'une source (note : ceci peut indiquer de façon additionnelle le degré ou l'ampleur du besoin) ;

3. Toutes les catégories (voir la sous-section qui suit) sont bien représentées ;

4. Une technologie a un potentiel de moyen à élevé en ce qui a trait à l'atténuation des émissions de GES (note : à cette étape du processus de recherche, ce critère a été très difficile à évaluer de façon précise étant donné le manque de données significatives disponibles. Cela est probablement dû à la nature complexe de l'estimation des réductions d'émissions. Il est également difficile de comparer de façon quantitative le potentiel des réductions des émissions des différentes technologies puisque ceci est en fonction de leur relation avec les technologies existantes, et cela nécessite de produire des estimations des taux de diffusion du marché et des données, lesquelles ne seront disponibles que grâce à une recherche plus intense).

Un modèle a été élaboré grâce à la contribution du groupe de travail sur les besoins technologiques afin de permettre des descriptions précises de ces technologies et de faciliter une analyse d'ensemble et l'intégration dans la recherche des besoins internationaux pour les technologies. Ce modèle correspond également aux questions utilisées lors de l'enquête. Le modèle était composé des éléments suivants :

- Le numéro et le nom de la technologie (pour une concordance avec la liste de base et l'exposé 2.2).
- Une brève description du besoin technologique.
- La catégorie de la technologie – une des six occasions permettant de réduire les GES.
- Le type de technologie – une amélioration incrémentielle ou une nouvelle orientation technologique.
- L'échelle du besoin (national, international, etc.).
- Le calendrier d'application du besoin.

- La disponibilité pour répondre au besoin (actuellement disponible, avant 2008, 2008 à 2012, après 2012).
- L'impact de la technologie (toute donnée relative aux réductions des GES).

Alors que la majorité des informations requises pour compléter la description des 83 technologies étaient disponibles dans la documentation et dans les données de l'enquête, dans certains cas, les informations requises étaient inconnues ou non disponibles. Pour certaines technologies, en particulier celles en développement ou au niveau du «concept », il existe un manque de données quantifiables (c.-à-d., le pourcentage potentiel d'atténuation des GES). Une analyse des technologies contenues dans la liste détaillée est présentée ci-dessous.

Annexe 3

Liste des 1300 technologies mondiales actuelles, en évolution et futures, permettant d'atténuer les émissions de GES

1. TECHNOLOGIES VISANT À ATTÉNUER LES ÉMISSIONS DE GES, RELATIVES À L'ÉNERGIE

1.1 APPROVISIONNEMENT EN COMBUSTIBLES FOSSILES

1.1.1 Production

1.1.1.1 Houillère : Dégazéification minière préliminaire (1)

- 1.1.1.1.1 Forages verticaux (10)
- 1.1.1.1.2 Récupération de remblai de forage améliorée (1)
- 1.1.1.1.3 Trous alésés horizontaux (11)
- 1.1.1.1.4 Mesures transversales des trous alésés (11)

1.1.1.2 Houillère : Utilisation du méthane (11)

- 1.1.1.2.1 Réacteur de réversion du flux catalyseur
- 1.1.1.2.2 Vendre comme du gaz naturel de qualité transportable par pipeline(11)
- 1.1.1.2.3 Production d'électricité (11)

1.1.1.3 Houillère : Utilisation de l'air de ventilation (10)

- 1.1.1.3.1 Utilisation dans un appareil à combustion
- 1.1.1.3.2 Utilisation de ventilateurs pour transporter l'air évacué (10)

1.1.1.4 Exploration et forage du gaz naturel et du pétrole (35)

- 1.1.1.4.1 Moteurs plus efficaces pour l'équipement de forage (35)
- 1.1.1.4.2 Méthodes de forage horizontales (35)
- 1.1.1.4.3 Forage de multiples puits à partir d'un simple remblai (35)
- 1.1.1.4.4 Injection de CO2 et de gaz sulfureux afin de traiter les soufres
- 1.1.1.4.5 Systèmes de rassemblement d'informations sur les essais de puits (43)
- 1.1.1.4.6 Torcher plutôt que ventiler lors du forage et des essais de puits (43)

1.1.1.5 Production de pétrole et de gaz naturel : Pratiques et technologies à faible émission (1)

- 1.1.1.5.1 Appareils pneumatiques à faible ou sans prélèvement (11)
- 1.1.1.5.2 Installation de séparateurs de réservoir de détente sur les déshydrateurs (11)
- 1.1.1.5.3 Joints d'étanchéité revêtus de métal (11)
- 1.1.1.5.4 Injection de nettoyant et d'agent d'étanchéité pour les soupapes (11)
- 1.1.1.5.5 Remplacement de la pompe du déshydrateur pour faire fonctionner à l'électricité (23)
- 1.1.1.5.6 Indicateurs de niveau sur les séparateurs (23)
- 1.1.1.5.7 Électrification des chantiers de forage (35)
- 1.1.1.5.8 Équipement de séparation souterraine du pétrole et de l'eau (35)
- 1.1.1.5.9 Convertir la pression des chantiers de forage en énergie mécanique (35)
- 1.1.1.5.10 Technologie du laser permettant de déterminer les sources de méthane et de dioxyde de carbone (35)
- 1.1.1.5.11 Optimiser la consommation de gaz purgés (e.g. utiliser des joints d'étanchéité de vapeur sur les torches) (43)
- 1.1.1.5.12 Regroupement/fusion des installations (43)
- 1.1.1.5.13 Utiliser moins de compresseurs dans les installations d'unités multiples (43)
- 1.1.1.5.14 Changer les compresseurs surdimensionnés (43)
- 1.1.1.5.15 Mises au point plus fréquentes des moteurs suralimentés (43)
- 1.1.1.5.16 Utiliser de l'air plutôt que des gaz combustibles comme moyen d'approvisionnement des appareils alimentés au gaz (43)
- 1.1.1.5.17 Liquides épurateurs de pompe pour la sortie de compresseur plutôt que le stockage sous pression atmosphérique (43)
- 1.1.1.5.18 Utiliser des prises directes aux puits de raccordement (43)
- 1.1.1.5.19 Passer des pompes alimentées au gaz aux pompes à commandes électriques (43)
- 1.1.1.5.20 Commandes de ventilation pour les pompes et les instruments alimentés au gaz (43)

1.1.1.5.21 Commandes à vapeur pour les réservoirs de stockage (43)
1.1.1.5.22 Commandes d'évents scellés de compresseur
1.1.1.6 Production de pétrole et de gaz naturel : Ventilation et torchage des gaz réduits lors de la production (1)
1.1.1.6.1 Récupération des gaz associés (10)
1.1.1.6.2 Injection du gaz naturel (10)
1.1.1.6.3 Torchage efficace du gaz naturel (10)
1.1.1.6.4 Bon reconditionnement (10)
1.1.1.6.5 Torcher plutôt que ventiler (43)
1.1.1.6.6 Optimiser le taux de circulation de l'éthylène glycol sur les déshydrateurs (43)
1.1.1.6.7 Fournir des commandes de ventilation sur les déshydrateurs d'éthylène glycol (43)
1.1.1.6.8 Contrôler la surface recouvrant les ventilateurs (43)
1.1.1.7 Production de pétrole et de gaz naturel : Autres (23)
1.1.1.7.1 Production de bitume à solvant in situ (23)
1.1.1.7.2 Cogénération de vapeur industrielle et d'électricité
1.1.1.7.3 Utilisation des gaz de tubage (43)
1.1.1.8 Extraction des sables bitumineux
1.1.1.8.1 Extraction des sables bitumineux à basse température (23)
1.1.1.8.2 Exploitation minière sélective à l'aide de camions et d'excavatrices plutôt qu'avec des pelles à benne et des excavateurs à roue-pelle fortement alimentés à l'électricité (35)
1.1.1.8.3 Transport hydraulique du minerai vers les convoyeurs (35)
1.1.1.8.4 Intégration de l'énergie améliorée entre l'extraction et l'amélioration et la génération de l'électricité sur le terrain (35)
1.1.1.8.5 Cogénération ajoutée utilisant le gaz naturel (35)
1.1.1.8.6 Récupération des oléfines légères provenant des gaz combustibles (35)
1.1.1.8.7 Réduire les zones exposées de sables bitumineux (43)
1.1.1.8.8 Réduire les effets résiduels de l'hydrocarbure dans les bassins de résidus miniers (43)
1.1.1.8.9 Désasphalter sur l'emplacement des mines lors de l'exploitation des sables bitumineux (43)
1.1.1.8.10 Usines de traitement et fours d'affinage des sables bitumineux avec du coke de décharges de fours à coke (43)
1.1.1.9 Hydrogène
1.1.1.9.1 Récupération de l'hydrogène provenant des gaz brûlés (43)
1.1.1.9.2 Obtenir l'hydrogène récupéré comme sous-produit des autres sources (43)
1.1.1.9.3 Utiliser plus d'hydrogénation sélective et de catalyseurs d'hydrocraquage pour réduire la perte de H_2 à des fractions légères (43)
1.1.1.9.4 Dans les raffineries, utiliser un reformage catalytique continu du naphta (43)
1.1.1.9.5 Optimiser la séparation du traitement dans les usines de traitement et les raffineries afin de minimiser le besoin d'ensemble pour la production de l'hydrogène (43)

ANNEXE 4

Table des matières

PROFILS DES TECHNOLOGIES MODÈLES PROMETTEUSES

APPROVISIONNEMENT EN COMBUSTIBLES FOSSILES

Gazoducs A-35
Technologies de procédé relatives à l'efficacité du traitement de l'énergie et du carbone A-38
Réduire ou utiliser les émissions fugitives de gaz provenant de la production des combustibles fossiles A-41
Technologies visant à augmenter l'approvisionnement en gaz naturel A-44

PRODUCTION D'ÉNERGIE

Électricité provenant de sources renouvelables et sans CO_2 ..... A-47
Combustion de la biomasse A-52
Valorisation de la biomasse A-55
Fission nucléaire A-58
Turbines stationnaires A-63
Hydroélectricité à grande échelle A-67

UTILISATION ULTIME DE L'ÉNERGIE

Piles à combustible A-72
Bâtiments A-75
Transport et systèmes de transport : systèmes de transport intelligents A-79

GESTION DU CO_2

Gestion du CO_2 géologique A-86

ÉMISSIONS DE GES NON ÉNERGÉTIQUES

CO_2 provenant de la production de ciment A-89
Technologies permettant de capter le méthane provenant des sites d'enfouissement A-93
Méthane provenant de l'utilisation du fumier A-97
Digestion anaérobie des résidus urbains A-100
Oxyde nitreux (N_2O) provenant des fertilisants A-103

TECHNOLOGIES DE DÉVELOPPEMENT ET TRANSVERSALES

Hydrogène A-106
Technologies de développement A-110
Biotechnologies A-116
Catalyse A-120
Séparation par membrane A-123
Profil des électrotechnologies A-125
Technologies gazières A-129
Simulation et modélisation A-133
Profil des technologies de stockage A-135
Technologies d'intégration des systèmes A-137
Utilisation de sources d'énergie à plus faible intensité carbonique (secteur industriel) A-140

GAZODUCS

Problématique

Les émissions de méthane sont le résultat d'un nombre d'activités effectuées lors du transport du gaz naturel sur le marché. Une grande part du méthane provient des émissions artificielles et fugitives des compresseurs et des installations reliées. D'autres émissions proviennent de la purge des conduits, lors des activités de construction et d'entretien.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Le piquage sur conduite en charge est une technique spécialisée qui réduit les émissions de méthane produites lorsque de nouvelles conduites sont rattachées à un pipeline en service sur, ou près de la pression de canalisation intégrale.

Des recherches ont été mises en oeuvre au cours des dernières années afin d'élaborer des technologies nouvelles et améliorées de détection des émissions de méthane afin de détecter les émissions fugitives afférentes aux systèmes de transmission et de distribution. Les capteurs innovateurs comprennent la fibre optique, le sonar numérique et les appareils à laser.

Des travaux de conception et de construction des pipelines sont en cours, afin d'augmenter le débit efficace et réduire ainsi les besoins de compression et les fuites potentielles, empêcher la corrosion et prévoir des ruptures catastrophiques. Les progrès des procédés de sondage et des matériaux utilisés pour les conduites ont aussi le potentiel de minimiser les émissions de méthane. Le développement et l'emploi de l'acier à haute résistance (X100 et plus) pour les gazoducs augmenteront considérablement l'efficacité du transport.

L'élaboration d'instruments pneumatiques à faible ou sans prélèvement indique qu'il est possible de réduire les émissions fugitives associées aux appareils pneumatiques utilisés dans les stations de distribution, afin de régler le débit et la pression du gaz naturel dans tout le réseau de distribution.

L'inspection des pipelines est un secteur qui requiert des recherches additionnelles. Plus les pipelines s'usent, plus il est important de détecter les défectuosités lors de leur exploitation. La détection et l'évaluation des défectuosités est un secteur sur lequel on doit encore mettre l'emphase, étant donné la manifestation actuelle d'intolérance au milieu et à la sécurité publique.

Délai de commercialisation : à court et à long terme (à partir de maintenant jusqu'en 2012).

Capacité d'innovation canadienne

L'industrie pétrolière et gazière est internationale, tout comme les fournisseurs de technologies relatives à cette industrie. En général, les fournisseurs américains et britanniques répondent à la majorité des besoins technologiques de l'exploitation gazière canadienne. Certaines entreprises canadiennes interviennent dans le développement des technologies, p. ex. *Argus Machine Company Ltd.* (soupapes racleuses adaptées) et *TransCanada Pipelines Ltd.* (système de gestion des émissions fugitives, procédures de piquage sur conduite en charge, instrument de rugosité aligné).

Une recherche coopérative au Canada est actuellement effectuée par RNCan (secteur des minéraux et métaux), l'Université de Victoria, l'Association Canadienne du Gaz. Cette recherche est financée par le PRDE.

Potentiel de marché

Il devrait y avoir un marché étendu pour les technologies d'atténuation des émissions provenant des gazoducs. Actuellement, les émissions mondiales de méthane provenant des systèmes de transmission et de stockage du gaz naturel s'élèvent à 18,2 tm par année (38 % des émissions totales de méthane proviennent de l'industrie pétrolière et gazière), mais celles-ci peuvent, en principe, être réduites à 2,9 tm par année. On prévoit aussi une augmentation de la consommation en gaz naturel, étant donné ses émissions relativement faibles de GES.

Obstacles aux débouchés commerciaux

- Les obstacles économiques, et d'une façon moins importante, les obstacles technologiques limitent la vitesse et l'ampleur de la percée sur le marché des technologies atténuant les émissions lors de la distribution du gaz naturel. La déréglementation de l'industrie du gaz naturel a eu pour effet de dissocier les rôles du transport et de la commercialisation des entreprises de distribution locales, ce qui peut diminuer les mesures incitatives visant à encourager les distributeurs locaux à investir dans le développement de nouvelles technologies visant à atténuer les émissions de GES.
- La mise en œuvre de programmes de détection de fuite à l'échelle du réseau et de réparation sera entravée par le grand nombre de sources potentielles et d'aires géographiques devant être considérées. Seules les méthodes de mesure et d'évaluation quantitative rentables nécessitant une utilisation limitée des ressources du domaine seront prises en considération.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

<u>Infrastructure cognitive</u>

- Une coordination et un soutien accru pour la recherche et le développement dans l'acier à haute résistance, la détection des fuites, l'accroissement de l'efficacité du débit, le piquage sur conduite en charge et des mesures plus élevées de l'efficacité.

Commercialisation et démonstration
- Disponibilité du financement et de la main-d'œuvre pour la démonstration et la minimisation des difficultés opérationnelles.

Climat commercial
- Réduire les coûts et les risques afférents aux nouvelles technologies.

Réseaux
- Créer des partenariats entre les sociétés d'exploitation de pipeline, chercher des collaborateurs et des fournisseurs, tels que des spécialistes de l'acier et des spécialistes en revêtement. Encourager les fournisseurs et les utilisateurs à trouver des solutions (p.ex., *GRI Canada*, *BGTechnology Petroleum Technology Alliance Canada* (PTAC)).

Réseaux des marchés
- Encourager les fournisseurs de service d'entretien à utiliser les nouvelles technologies.

Ressources humaines
- Programmes de formation destinés au personnel utilisant les nouvelles technologies.

Fonds requis : 10 millions de dollars par année.

TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉ RELATIVES À L'EFFICACITÉ DU TRAITEMENT DE L'ÉNERGIE ET DU CARBONE

Problématique

La production canadienne de pétrole brut s'effectue dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien tout comme aux frontières au large de la côte est et au sud-ouest de l'Ontario. La source du pétrole peut varier : pétrole léger ou brut acide, pétrole lourd, bitume brut et sables bitumineux. Chaque produit du pétrole est unique, tout comme sa consommation d'énergie. Plusieurs technologies ont été désignées comme étant capables de réduire la consommation d'énergie ou d'améliorer la productivité des puits. Elles sont décrites ci-dessous.

Vue d'ensemble et situation actuelle

La technologie de séparation souterraine du pétrole et de l'eau est utilisée aujourd'hui pour réduire les grands volumes d'eau que l'on retrouve généralement à la surface des puits de pétrole usés et pour abaisser les coûts relatifs à la corrosion, à l'évacuation d'eau et à la consommation d'énergie. Cette technologie est au stade de démonstration.

La technologie des pompes à vis sans tige accélère les volumes de production et élimine les défauts et les risques liés aux pompes de surface traditionnelles. Elle aide aussi à abaisser considérablement les coûts d'exploitation et elle augmente la récupération, particulièrement en ce qui a trait au pétrole lourd. Cette technologie est actuellement commercialisée.

Les procédés par gravimétrie thermique et de drainage par gravité au moyen de la vapeur peuvent être appliqués à la récupération in-situ du pétrole lourd et des sables bitumineux. Ces technologies varient selon la démonstration et la commercialisation, mais de plus amples travaux doivent être effectués afin de réduire l'intensité énergétique et carbonique.

Les traitements humides peuvent constituer un procédé de récupération primaire ou être utilisés en tant que procédé de suivi dans les réservoirs de pression déplétée. Par exemple, le CO_2 peut être utilisé comme solvant permettant de maîtriser les forces qui retiennent le pétrole dans les pores minuscules de roche et peut aider à balayer le pétrole immobile laissé après l'atténuation de l'efficacité de l'injection de l'eau. Ces travaux sont encore au stade de la recherche et du développement et requièrent des sources peu coûteuses de CO_2 pur.

Plusieurs autres techniques et stratégies de production ont été proposées pour améliorer la récupération du pétrole des réservoirs d'eau de fond. Des puits horizontaux ont été forés afin de produire de l'huile lourde et de l'huile moyenne extraites des réservoirs d'eau de fond. Alors que la foration des puits horizontaux a été optimisée, la recherche, le développement et la démonstration de l'optimisation de la production ont encore beaucoup de potentiel. La technologie relative à la non formation de cône d'eau nécessite l'injection d'un gaz (du méthane dans la plupart des cas) afin de réduire la perméabilité relative de l'eau lors de la phase de production. L'injection d'un bouchon de polymères peut améliorer l'efficacité de l'injection d'eau.

Comparativement à la distillation, la technologie de séparation par membrane possède un potentiel d'économie énergétique en ce qui a trait à la séparation générale utilisant des membranes. Une synergie entre la technologie de valorisation et la technologie des gaz et liquides offrirait l'occasion de réduire les émissions de CO_2 et de produire des combustibles plus propres.

On remarque déjà des changements importants dans les procédés d'exploitation des sables bitumineux. Des procédés consommant moins d'énergie sont maintenant utilisés (exploitation minière effectuée à l'aide de camions et de pelles excavatrices). Les travaux sont actuellement effectués en fonction des nouveaux débouchés.

Délai de commercialisation : à court et à long terme (à partir de maintenant jusqu'en 2012).

Capacité d'innovation canadienne

Le développement de la technologie relative au pétrole classique et au pétrole lourd est axé sur les entreprises individuelles ainsi que sur la *Petroleum Technology Alliance Canada* (PTAC). La recherche, le développement et la démonstration portant sur l'utilisation du CO2 pour une récupération améliorée du pétrole ont beaucoup diminué. Ces travaux nécessitent certaines initiatives du gouvernement et des associations afin de stimuler leur renouvellement.

Plusieurs recherches et organisations gouvernementales interviennent dans le développement des technologies de procédé in-situ, p. ex., l'A*lberta Research Council's (ARC) Heavy Oil and Oils Sands group*, l'*Alberta Department of Energy*, le Centre national des technologies de valorisation, l'Association canadienne du pétrole lourd, *the University of Alberta* et *the University of Saskatoon*, CONRAD, *Petroleum Technology Alliance Canada*, et CANMET (Centre de recherche de l'Ouest, Technologies de pointe pour le contrôle et l'optimisation des procédés).

Les entreprises canadiennes intervenant dans le secteur de développement des technologies de procédé in-situ pour la récupération du pétrole comprennent (sans toutefois s'y limiter) :
- *Suncor Energy Inc.*, p.ex., nettoyage et extraction du bitume ;
- *Colt Engineering*, p. ex., conception et réalisation de la technologie de traitement du pétrole produit de façon primaire et thermique.

Potentiel de marché

Il existe un potentiel d'utilisation des technologies nouvelles et en développement relatives à la récupération du pétrole, ceci étant en partie dû au grand nombre de champs pétrolifères qui ont été abandonnés à l'échelle mondiale (en raison du coût élevé d'exploitation et de la faiblesse des prix du pétrole). Une fois que les champs « peu productifs » sont abandonnés, ils sont dispendieux à rouvrir, rendant ainsi le pétrole restant inaccessible car les coûts de récupération sont égaux ou plus élevés que les bénéfices prévus. Il semble y avoir un nombre croissant de champs abandonnés ayant des quantités de pétrole potentiellement récupérables.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Les économies de production ne favorisent pas l'utilisation des méthodes améliorées de récupération du pétrole lorsque le prix du pétrole est inférieur à 20 dollars américains par baril.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive
- Plus de recherche et de développement sont requis, particulièrement dans le domaine de la séparation, de la modélisation et de la simulation de procédé gaz-gaz, liquide-liquide et gaz-liquide. Connaissances opérationnelles améliorées relatives aux formations géologiques.

Commercialisation et démonstration
- Soutien pour les projets pilotes et de démonstration.

Climat commercial
- Réduire les coûts des technologies, améliorer l'accès au financement et diminuer le risque pour les sociétés.

Réseaux
- Requièrent plus de consortiums industriels améliorés.

Réseaux des marchés
- Il faut être plus près des marchés et tenir compte des préoccupations des entreprises de raffinage et des usines de valorisation.

Ressources humaines
- Programmes de formation pour le personnel utilisant les nouvelles technologies.

Fonds requis : 10 millions de dollars par année.

RÉDUIRE OU UTILISER LES ÉMISSIONS FUGITIVES DE GAZ PROVENANT DE LA PRODUCTION DES COMBUSTIBLES FOSSILES

Problématique

Les technologies sont présentement développées pour réduire ou utiliser les émissions de gaz à effet de serre (particulièrement le méthane) qui s'échappent dans l'atmosphère lors de la production et la transmission des combustibles fossiles. Traiter les émissions fugitives de façon rentable dans le secteur amont du pétrole et du gaz est devenu plus complexe, car il existe des sources innombrables de petits volumes de fuites à basse pression qui surviennent habituellement dans les installations sans personnel.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Secteurs amont de l'industrie pétrolière et gazière

La plupart des émissions provenant des secteurs amont de l'industrie pétrolière et gazière sont dues à la ventilation ou aux fuites des gaz afférents. Afin de réduire les émissions là où il n'existe pas d'infrastructure pour le gaz naturel, le gaz doit être injecté ou brûlé plutôt que ventilé. L'énergie mécanique peut être extraite (p. ex., par le biais d'un piston) de la pression inhérente du gaz sur le site plutôt que de ventiler le gaz dans l'atmosphère lorsqu'il existe un certain volume et une certaine qualité de gaz. Là où le gaz est brûlé, un torchage efficace réduit une quantité importante des émissions de méthane comparativement à la ventilation. Cependant, le torchage peut comporter un faible rendement de combustion (jusqu'à 70 % seulement) résultant en des émissions dues à une combustion incomplète des hydrocarbures, y compris le méthane. Le méthane peut aussi être utilisé comme combustible pour les mini-turbines ou pour les moteurs à combustion internes destinés à la production d'énergie (l'injection du gaz dans les champs pétroliers produit des émissions faibles et peut même augmenter la production de pétrole).

Les émissions provenant des installations de production de gaz naturel peuvent être réduites en utilisant des procédures de rechange pour l'entretien et la production, par exemple :

- Des systèmes de séparation à haute pression utilisés au stade de la production permettent aux exploitants de puits de retourner dans les installations des puits existants sans avoir à torcher ou à ventiler.
- Des améliorations de la précision et de la durabilité de la technologie des indicateurs de température et de pression de fond diminuent le besoin de l'entretien des installations de forage et de la ventilation des gaz.
- L'utilisation de tubes de production à serpentin réduit la ventilation dans l'atmosphère pour assécher les puits de gaz peu profonds.

Il peut y avoir des occasions de mettre en œuvre des programmes rentables de détection des fuites et de réparation dans les secteurs amont de l'industrie pétrolière et gazière. Une étude doit être effectuée par CAPP et par l'Institut de recherche gazière au cours de l'été 1999.

Charbonnage souterrain

L'option la plus simple permettant de s'attaquer aux émissions provenant des opérations de charbonnage souterrain consiste à enlever autant de méthane que possible avant l'extraction ou de capter le méthane aussitôt qu'il est dégagé, lors de la production de charbon ou après celle-ci. Le méthane prélevé directement des couches de charbon est généralement très pur, particulièrement lorsqu'il est récupéré des couches qui n'ont jamais été déhouillées. Dans plusieurs cas, il pourrait être directement acheminé au système de distribution du gaz naturel. Dans d'autres cas, il pourrait être utilisé pour la production d'énergie ou vendu à des tiers. Le méthane extrait du charbon lors de la production ou après celle-ci est très variable en termes de qualité, et les technologies actuelles ne captent qu'environ 25 % des émissions. De plus, de grandes quantités du méthane capté sont ventilées ou brûlées, et seulement 10 % des émissions totales sont utilisées. Étant donné la large proportion des émissions qui sont évacuées dans l'air de ventilation, les technologies d'élimination ou de récupération du méthane doivent être considérées. Des améliorations de la technologie dans ce secteur sont prévues, ce qui permettra l'oxydation de faibles concentrations de méthane ; avec la récupération de la chaleur provenant de la production d'énergie, les coûts nets devraient être grandement diminués.

Délai de commercialisation : à court et à moyen terme (à partir de maintenant jusqu'en 2012).

Capacité d'innovation canadienne

L'industrie des combustibles fossiles est internationale, tout comme les fournisseurs de technologies relatives à cette industrie. En général, les fournisseurs américains répondent à la majorité des besoins technologiques de l'exploitation canadienne des combustibles fossiles. Certaines entreprises jouent un rôle dans le développement et/ou la fabrication des technologies d'atténuation des émissions fugitives dans les secteurs amont de l'industrie pétrolière et gazière (p. ex., *Sunada Technology Corporation*, la centrale d'essais de production, *MJBlair Corporation*, et *Mercury Electric Corporation*).

Des programmes de recherche coopérative canadiens sont utilisés dans ce domaine par le laboratoire de recherche en combustion de CANMET, CONRAD et PTAC. Le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET du gouvernement fédéral intervient dans les recherches axées sur les membranes céramisées qui seront utilisées pour produire des combustibles liquides. Le laboratoire de recherche en diversification énergétique du CANMET est présentement occupé à mettre sur pied un convertisseur catalytique à inversion du débit pour la conversion du méthane provenant des mines de charbon.

Potentiel de marché

Le potentiel de marché des technologies permettant de réduire ou d'utiliser les émissions fugitives provenant de l'extraction des combustibles fossiles dépendra de la capacité à réduire les émissions de GES et de la capacité à réduire les coûts d'exploitation et d'entretien.

Obstacles aux débouchés commerciaux

- Les obstacles économiques et, de façon moins étendue, les obstacles techniques, limitent la vitesse et l'ampleur de la percée des technologies d'atténuation des émissions sur le marché de l'industrie des combustibles fossiles.
- L'introduction de mini-turbines permettant de produire de l'électricité provenant des gaz brûlés peut être retardée par les restrictions réglementaires relativement à la vente d'énergie à l'extérieur.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive
- Développement des technologies permettant de réduire les coûts.
- Programme de recherche et de développement visant à mettre sur pied un torchage efficace et à capter et utiliser l'énergie des torches.

Commercialisation et démonstration
- Soutien aux usines pilotes et de démonstration requis.

Climat commercial
- Une plus grande déréglementation du secteur de l'électricité peut aider à la production de l'électricité sur place à l'aide d'une micro-turbine utilisant le gaz des torches comme source de combustible.

Réseaux
- Communiquer les réalisations et les échecs.

Ressources humaines
- Formation spécialisée pour les exploitants des nouvelles technologies et des nouveaux procédés.

Fonds requis : cinq millions de dollars par année.

TECHNOLOGIES VISANT À AUGMENTER L'APPROVISIONNEMENT EN GAZ NATUREL

Problématique

Actuellement, le Canada produit six TEC de gaz naturel classique annuellement. L'élaboration de technologies sismiques 3-D, de forage, de complétion et de simulation de pointe aidera à augmenter la rentabilité d'ensemble de l'exploration et de la production des ressources de gaz naturel classique et non classique. La recherche, le développement et la démonstration des technologies sont nécessaires pour fournir une meilleure récupération, diminuer les coûts d'exploitation et améliorer l'intensité énergétique dans la production de gaz classique. Des ressources importantes (> 200 TEC au Canada) se trouvent à l'intérieur de formations géologiques complexes nécessitant un forage plus profond et/ou une production dans des conditions défavorables.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Production de gaz naturel classique

Les réservoirs de gaz classique existants ont le potentiel de fournir dans l'avenir un approvisionnement additionnel en gaz si un certain nombre de facteurs sont étudiés. L'utilisation du forage horizontal et de nouvelles techniques de complétion afin d'augmenter la récupération dans les réservoirs, les technologies pour repressuriser les réservoirs utilisant de l'eau ou d'autres fluides (techniques équivalentes visant à augmenter la récupération du pétrole) et les techniques géophysiques améliorées en sont des exemples. Les travaux effectués dans le bassin de San Juan aux É.-U. constituent probablement le nec plus ultra en matière de connaissances actuelles. Une amélioration des technologies de conception et de construction des pipelines (techniques équivalentes des projets en marche de PTAC) pourrait contribuer à réduire les coûts de transport et favoriserait l'accès économique aux réserves de gaz classique dans les régions du Canada, où la production n'est présentement pas économique.

Production de gaz naturel non classique

De grandes accumulations continues de gaz sont présentes dans les roches-réservoirs étanches, telles que le grès, les schistes argileux, le charbon et la craie à faible perméabilité. Les dépôts de gaz requièrent une simulation afin d'être produits économiquement. Par exemple, dans la formation du schiste, les exploitants de gaz naturel injectent souvent de l'azote et de la mousse aqueuse sous pression intense afin de fracturer la roche, créant ainsi des voies permettant au gaz de s'écouler. Cependant, l'eau qui se trouve dans la mousse fait gonfler l'argile dans les schistes et cette formation peut éventuellement obturer, réduisant le débit des hydrocarbures. Une technologie relativement nouvelle, soit la fracturation au sable et au CO_2, offre un choix de rechange par rapport au procédé conventionnel par mousse aqueuse. Elle fournit suffisamment de force pour créer des fractures longues et soutenues, et l'absence d'eau ou de fluides à base d'huile offre une façon de réduire les dommages au maximum afin d'augmenter la production de pétrole et de gaz. En ce qui concerne les dommages causés près du forage, une stimulation à

l'aide d'agent propulseur utilise instantanément les grandes pressions de CO_2 (30 000 psi par seconde) afin de nettoyer le dommage et créer des mini-fractures.

En ce qui a trait au méthane provenant des couches de charbon, l'amélioration de la production est aussi éprouvée par l'injection de CO_2 et de N_2. Le CO_2 est adsorbé au charbon afin de remplacer le méthane alors que le N_2 réduit la pression partielle du méthane dans les limets en le transportant au puits de production. Des facteurs d'amélioration plus grands que trois ont été observés lors des essais sur place, mais la technologie n'est pas encore économique.

De nouvelles approches sont en élaboration afin de localiser et d'évaluer les secteurs fracturés dans les réservoirs de gaz non classique. Certains efforts ont été axés sur : la caractérisation géologique des champs, l'analyse des puits et l'analyse du stress *in situ* ; la détection géophysique optimisée des fractures ; la modélisation de réservoirs à faible perméabilité. Les technologies retenues comprennent les levés aéromagnétiques de haute résolution et les relevés sismiques 3-D.

Les technologies de production pour l'exploitation des hydrates de gaz naturel n'ont pas été expérimentées mais elles visent à altérer les conditions thermodynamiques dans la zone de stabilité de l'hydrate, de façon à ce que l'hydrate de gaz se décompose. Il existe trois approches présentement expérimentées en laboratoire : la dépressurisation, la stimulation thermique et la déstabilisation chimique qui réduisent l'activité de l'eau (p. ex., l'introduction d'une saumure).

Délai de commercialisation : à court terme pour le méthane provenant des sables compacts – à moyen terme pour les schistes argileux – à long terme pour les hydrates de gaz naturel.

Capacité d'innovation canadienne

La recherche sur les hydrates de gaz naturel est présentement effectuée par le bureau d'études géologiques du Canada. *The University of Calgary* possède une expertise dans les travaux sismiques 3-D. *The Canadian Fracmaster Ltd.* détient un brevet sur la fracturation par CO_2 (Les recherches relatives au gaz non classique ne sont pas connues). *Computalog* a élaboré la stimulation par agent propulseur. Certaines entreprises canadiennes sont expertes dans le forage sous-équilibré, le forage à tuyauterie serpentée et le forage horizontal. Les quatre plus gros producteurs de gaz naturel au Canada sont *Amoco*, *Petro-Canada*, *PanCanadian* et *Alberta Energy*.

Potentiel de marché

La capacité des ressources en gaz naturel classique de répondre aux besoins croissants en approvisionnement mondial est limitée, étant donné qu'une portion importante n'est pas située près des marchés importants et en développement du gaz, et par conséquent, elle requiert d'énormes investissements dans les pipelines et autres installations afin d'acheminer le gaz sur le marché. Les immenses volumes de ressources en gaz naturel non classique constituent donc une source de remplacement attrayante pour l'approvisionnement. À long terme, les hydrates de gaz existants, ou que l'on croit existants, sous une forme relativement concentrée dans de nombreux emplacements et d'importants gisements sont situés près des régions dont l'accroissement de la

demande est prévu (p.ex., la Nouvelle-Écosse). À court terme, des réservoirs importants de méthane provenant des couches de charbon se trouvent dans la région des plaines du bassin de l'Alberta.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Historiquement, les réservoirs étanches n'ont pas été des sources de gaz économiques étant donné leurs faibles taux de débit naturel. Cependant, le gaz est maintenant récupéré des réservoirs étanches de meilleure qualité, spécialement les sources de grès en matelas relativement continuelles ayant été stimulées par une fracturation hydraulique massive. Le gaz provenant des schistes et le méthane provenant des couches de charbon sont présentement produits commercialement aux É.-U. L'approvisionnement adéquat en gaz classique et la faible capacité des pipelines sont des raisons qui expliquent le manque d'intérêt pour la production de gaz non classique en Alberta.

Des préoccupations importantes concernant la sécurité et l'environnement sont aussi associées à l'exploitation des hydrates de gaz naturel, allant de leur impact éventuel sur la sécurité des opérations de forage conventionnelles aux impacts des gaz à effet de serre.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- Une recherche importante est requise pour caractériser la localisation, la composition et la géologie des gisements de gaz naturel de façon plus complète et plus précise et de fournir de nouvelles technologies pour la production.

Climat commercial

- Accès au marché du gaz naturel (pipelines prévus).
- Crédit d'impôt visant à stimuler la production de gaz non classique (l'expérience des É.-U. peut servir de lignes directrices).

Réseaux des marchés

- Besoins en gaz naturel afin d'approvisionner les centrales électriques en combustibles.

Fonds requis : 10 millions de dollars par année (50 % du gouvernement – 50 % de l'industrie) pendant 25 ans. Il existe actuellement très peu de recherches – un million de dollars par année ? ?

ÉLECTRICITÉ PROVENANT DE SOURCES RENOUVELABLES ET SANS CO_2

Problématique

L'hydroélectricité à petite échelle, l'énergie éolienne et la photovoltaïque utilisent l'énergie renouvelable pour produire de l'électricité sans émissions de CO_2. Il existe des options hautement durables et l'accroissement de leur mise en œuvre se traduit par un besoin décroissant de l'électricité produite par les combustibles fossiles et entraînant des émissions de GES. Ces technologies se prêtent à une production plus distribuée, ce qui peut réduire les pertes et les émissions afférentes à la transmission sur une longue distance. À des degrés variables, ces trois technologies ont un désavantage commun : elles ne sont pas disponibles de façon constante.

Vue d'ensemble et situation actuelle

L'*hydroélectricité à petite échelle* est une technologie évoluée de production d'énergie électrique renouvelable fondée sur les différentiels des niveaux d'eau des rivières. Le type d'installation hydroélectrique à petite échelle le plus commun est la centrale hydroélectrique « au fil de l'eau », qui n'utilise que le débit naturel des rivières. D'autres centrales hydroélectriques ont des barrages et des réservoirs d'eau pour fournir un stockage et de l'énergie sur demande. Il n'y a pas de limites établies pour les centrales hydroélectriques de petite taille, mais celles qui suivent sont fondées sur des installations allant de quelques kW (micro hydroélectricité) jusqu'à 15 MW.

Les *éoliennes* captent l'énergie de l'air en mouvement afin de produire de l'électricité. Diverses configurations ont été essayées. Les plus rentables sont les éoliennes à axe horizontal, avec un rotor à 3 hélices, une boîte de vitesses et un générateur électrique. Tous ces équipements sont montés au-dessus d'une tour. Les installations d'éoliennes peuvent varier entre une simple unité de moins de cent watts approvisionnant une simple charge et une ferme d'éoliennes ayant plusieurs unités importantes, chacune allant jusqu'à 750 kW et desquelles l'électricité est alimentée dans le réseau de service public pour être distribuée.

La *photovoltaïque* utilise des appareils à semi-conducteurs pour convertir la lumière solaire en électricité à courant continu. Cette électricité peut être utilisée directement, stockée dans des batteries pour une utilisation ultérieure, convertie en courant alternatif pour utilisation ou refoulement dans le réseau public, ou diverses combinaisons de ces procédés. En reliant le nombre approprié de modules photovoltaïques, les systèmes de capacité de production de crêtes variables peuvent être assemblés. La forme dominante des technologies photovoltaïques que l'on trouve présentement sur le marché est fondée sur le silicium cristallin. Ce dernier constitue un matériau de choix pour une fiabilité et une haute performance, et bien qu'il ne soit pas encore rentable, il pourrait le devenir à l'intérieur du délai de 2020 à 2030.

Délai de commercialisation : à court terme (avant 2008).

Capacité d'innovation canadienne

Il existe cinq fabricants d'équipement de production de micro hydroélectricité au Canada alors qu'il existe plus de 10 fabricants canadiens d'équipement de production de mini hydroélectricité et d'hydroélectricité de petite taille. De plus, on estime qu'il y a environ 20 entreprises canadiennes assurant le développement des équipements et 50 firmes d'ingénierie intervenant dans des projets d'hydroélectricité à petite échelle. En ce qui concerne la recherche et le développement, le programme d'hydroélectricité à petite échelle du CETC aide les fabricants canadiens dans le cadre du développement de turbines hydroélectriques à faible teneur de charge et de systèmes de commandes digitales automatiques. Ces produits ont été vendus dans les marchés internationaux, y compris en Chine et en Pologne. Il existe un laboratoire d'essai pour les turbines de production d'hydroélectricité à petite échelle à l'Université Laval.

Au Canada, l'approvisionnement en technologie relative à l'énergie éolienne est fourni par quelques petites entreprises qui conçoivent et conçoivent des systèmes éoliens. *Wenvor-Vergnet Canada* (Guelph, Ontario) fabrique au Canada des turbines éoliennes de 25 kW pour des applications rattachées au réseau et autonomes et prévoit augmenter sa chaîne de production afin d'y inclure des turbines de 10 kW et de 60 kW. *Polymarin Huron Composites* (Huron Park, Ontario) est une moyenne entreprise qui fabrique des hélices pour les turbines éoliennes de toutes dimensions. Il n'existe qu'un seul fabricant de turbines éoliennes à grande échelle au Canada, NEG-Micon à Boucherville, qui a commencé la production de turbines de 750 kW et a livré sa première commande de 23 unités sur le marché américain. En ce qui concerne la recherche et le développement, le Programme canadien de recherche et développement sur l'énergie éolienne est coordonné par le centre de technologie éolienne CANMET d'Ottawa, de Ressources naturelles Canada. Il existe de nombreux sites de projets pilotes et d'essais relatifs à l'exploitation éolienne au Canada. Les Terrains d'essais éoliens de l'Atlantique (TEEA) sont situés à North Cape, I.-P.-É. Un groupe de l'INRS-énergie travaille actuellement à combiner le vent au stockage hydraulique dans les réservoirs. Le Ministère des Ressources naturelles du Québec a entamé un inventaire détaillé des sites de fermes éoliennes de la péninsule de Gaspé et de la Basse-Côte-Nord du Saint-Laurent.

La production photovoltaïque au Canada a récemment connu une fusion et au moins une entreprise canadienne concurrentielle à l'échelle mondiale, ATS, a investi dans la photovoltaïque. Lors des quatre dernières années, *Canrom Photovoltaics* (Hamilton, Ontario) a acheté tout l'équipement de production de *Silonex, Darentek, Astropower Canada* et de *GPS* (É.-U.) et représente actuellement la seule entreprise canadienne de fabrication de modules solaires photovoltaïques au Canada. Cependant, ATS (*Automated Tooling Systems*) de Cambridge, Ontario, a acheté *Photowatt* en 1997, un fabricant français de modules et de cellules solaires. Depuis, la production de l'usine française a été multipliée par cinq, faisant ainsi de l'entreprise la quatrième plus grande productrice de systèmes photovoltaïques. Elle fabrique maintenant au Canada de l'équipement visant à automatiser ses usines et prévoit commercialiser à l'échelle mondiale ses équipements de fabrication. Elle effectue également une analyse compétitive dans le but d'établir une usine d'assemblage de modules, probablement au Canada, visant à couvrir le marché nord-américain. Le Laboratoire de recherche en diversification énergétique (LRDE) de CANMET comporte un programme photovoltaïque axé sur le développement et la mise en œuvre des technologies photovoltaïques dans les marchés nationaux

et internationaux. Le laboratoire est équipé d'installations d'essais de pointe afin d'appuyer la clientèle dans la conduite de la recherche et du développement ou dans les évaluations de technologies. Le Centre national d'essais d'équipements solaires de ORTECH a une capacité d'essai et de simulation solaire de niveau mondial.

Potentiel de marché

Actuellement, la puissance installée de l'ensemble des petites centrales hydroélectriques au Canada est d'environ 1200 MW. À cela s'ajoutent annuellement des centrales d'une capacité de 75 à 100 MW d'une valeur de 150 à 200 millions de dollars. Mondialement, on croit que la puissance installée actuellement se situe entre 25 000 et 35 000 MW. On s'attend à ce que la puissance des petites centrales hydroélectriques mondiales augmente de 1000 à 2000 MW par année pendant les 25 prochaines années, nécessitant un investissement de deux à quatre milliards par année. Une large portion de ce potentiel repose sur les pays en voie de développement et servira de source d'énergie renouvelable importante pour l'électrification rurale. Il est important d'améliorer et de remettre à neuf les petites centrales hydroélectriques dans le monde entier. Le vent représente la source d'énergie évoluant le plus rapidement au monde. En 1997, il existait au Canada environ 23 MW de puissance installée relativement à l'énergie éolienne. En 1992, EMR évaluait le potentiel technique de l'énergie éolienne à 28 000 MW. Le développement de l'énergie éolienne au Canada a été moins dynamique qu'ailleurs, mais il a récemment enregistré une hausse. La plus grande initiative revient à Hydro-Québec, qui a commencé à exploiter un projet pilote de 2,25 MW à Saint-Ulric-de-Matane en 1998 et met présentement en place une ferme éolienne de 100 MW en Gaspésie, soit *Le Nordais*, qui fournira jusqu'à 5 % des besoins en électricité de la Gaspésie et du Bas Saint-Laurent. L'Alberta est maintenant aussi témoin de nouveaux développements importants de l'énergie éolienne. La puissance installée mondiale a triplé en trois ans et, avec l'addition de 1200 MW équivalant à trois milliards de dollars en 1998, a atteint 9600 MW. La majorité de cet accroissement s'est effectué en Europe et a été rendu possible grâce aux mesures incitatives ou aux directives des gouvernements. Les É-U. ont aussi connu un accroissement important, soit 235 MW ajoutés en 1998, augmentant ainsi la puissance totale à plus de 1800 MW. Un marché étendu est susceptible d'apparaître au cours des prochaines années dans les pays en voie de développement. L'industrie éolienne canadienne a réussi à exporter environ 30 millions de dollars de composantes depuis les cinq dernières années.

Des millions de systèmes photovoltaïques ont été installés mondialement dans les applications spécialisées. Les ventes mondiales de modules en 1998 sont évaluées à environ 160 MW, ou à une valeur d'environ 600 millions de dollars américains pour les modules et à plus d'un milliard (américains) pour les systèmes photovoltaïques. Ce marché s'accroît à un taux se situant entre 15 % et 20 % tous les ans. On s'attend à ce que ce haut taux d'accroissement continue, profitant dans de nombreux pays de politiques gouvernementales favorables. La photovoltaïque a un grand potentiel dans les pays en voie de développement ; les populations y sont assez importantes et se trouvent hors de portée du réseau d'électricité et de l'approvisionnement en énergie de rechange bon marché. Contrairement à l'hydroélectricité ou à l'énergie éolienne, on ne prévoit pas que la production d'énergie photovoltaïque centralisée à grande échelle sera concurrentielle au cours des quelques 20 prochaines années, mais les systèmes photovoltaïques intégrés à un environnement déjà établi pénétreront graduellement dans les marchés à grande valeur tels que le Japon et les états américains du sud. Au Canada, il y a eu quelques installations

de démonstration sur des sites reliés au réseau, mais les installations commerciales sont généralement de plus petites applications spécialisées (téléphones d'urgence, collectes de données, petites installations résidentielles, etc.) et situées hors du réseau.

Obstacle aux débouchés commerciaux

Les principaux obstacles non techniques à la conception plus avancée des énergies renouvelables, telles que les petites centrales hydroélectriques, l'énergie éolienne et la photovoltaïque, sont d'ordre financier et institutionnel. Les énergies renouvelables sont plus dispendieuses à financer et/ou représentent de petits projets, rendant l'utilisation des techniques de financements traditionnelles difficiles. Les banquiers peuvent aussi être réticents à investir dans de nouvelles technologies, dans des technologies dont la source d'énergie est incertaine ou intermittente ou dans des technologies soutenues par certains programmes de subvention gouvernementaux. Dans certaines juridictions, la vente au réseau d'électricité de l'énergie produite par les technologies relatives à l'énergie renouvelable peut ne pas être autorisée.

La recherche actuelle vise à réduire les coûts des technologies de l'énergie renouvelable. Par exemple, de nouvelles turbines hydroélectriques à très faible teneur de charge fournissent une application économique dans les systèmes d'irrigation et de canaux de navigation, et des systèmes de commandes automatiques permettent un fonctionnement à distance des centrales hydroélectriques et des usines diesel micro et mino. Il est possible d'améliorer les aspects économiques des technologies de l'énergie éolienne, par exemple, en augmentant la dimension des turbines grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux pour les hélices, en améliorant les systèmes de commandes et d'engrenage, et en produisant en plus grandes séries les petits systèmes. Les commandes directes, les génératrices à vitesses variables et de plus hautes tours contribueront aussi à améliorer la fiabilité et la performance. En ce qui concerne l'énergie solaire, les coûts de production des modules à base de silicium représentent encore un facteur qui limite la pénétration dans les marchés. Récemment, des recherches étaient axées sur l'automatisation de la fabrication, sur des matériaux de rechange et sur des moyens moins coûteux de produire du silicium de qualité solaire.

En ce qui concerne l'énergie éolienne et photovoltaïque, l'intermittence de l'énergie représente un défi important là où il n'existe pas de réseau de raccordement. Il existe de faibles possibilités permettant de réduire les coûts relatifs aux batteries et au stockage, ce qui représente une dépense importante. Cependant, il existe également une possibilité d'intégrer de petites centrales hydroélectriques à la photovoltaïque afin de répondre à la demande de charge.

Il existe certains défis environnementaux relatifs à l'énergie renouvelable. Des technologies sont présentement développées afin de réduire ces problèmes, p. ex., des technologies visant une conception respectueuse de la faune aquatique, des turbines hydroélectriques de pointe et des systèmes de déviation ou acoustiques afin de détourner les poissons des projets hydroélectriques, l'amortissement du bruit provenant des turbines éoliennes, et des méthodes d'élimination des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- De plus grandes connaissances sont requises relatives aux impacts environnementaux de l'énergie renouvelable. Conception de technologies appropriées au climat canadien. Conception de techniques de fabrication.

Commercialisation et démonstration

- Commercialisation et démonstration requises pour la conception de petites centrales à très basse chute et respectueuses de la faune aquatique, des technologies hybrides conventionnelles et relatives à l'énergie renouvelable et ce, dès l'apparition d'autres développements technologiques.

Climat commercial

- Diverses mesures incitatives gouvernementales peuvent aider à promouvoir les technologies relatives à l'énergie renouvelable et à cibler les coûts d'investissement ou de production. Ces mesures pourraient être sous forme d'incitations fiscales ou de subventions, sinon, les technologies relatives à l'énergie renouvelable pourraient être mises en valeur en pénalisant les formes de production d'électricité moins propres. La déréglementation peut aider à mettre sur pied certains projets d'énergie renouvelable et favoriser l'accès au réseau utilitaire.

Réseaux

- Besoin de prendre part à des services afin de les rendre plus réceptifs. L'intégration de systèmes d'énergie renouvelable aux systèmes à utilisation intégrale de l'énergie des communautés devrait être mise en valeur.

Réseaux des marchés

- Besoin de soutenir les occasions d'établissement de réseaux entre les fournisseurs et les utilisateurs.
- Plus d'informations et de sensibilisation.
- Efforts accrus de commercialisation internationale.

Ressources humaines

- Cours d'ingénierie relatifs à l'électricité provenant de l'énergie renouvelable, y compris le génie de l'environnement et la modélisation numérique.
- Formation relative aux commandes automatisées et au contrôle de performance des turbines.

Fonds requis : 20 millions de dollars par année pendant 5 ans, répartis entre le gouvernement et l'industrie.

COMBUSTION DE LA BIOMASSE

Problématique

Les sources durables de la biomasse provenant de l'agriculture ou des forêts offrent des combustibles intéressants ayant un grand potentiel de réduction de CO_2, étant donné que le dioxyde de carbone émis lors de la combustion est séquestré dans les cultures énergétiques ou les forêts récoltées.

Vue d'ensemble et situation actuelle

La combustion directe de la biomasse est une technologie de conversion primaire pour la production de l'électricité. La combustion directe nécessite l'oxydation de la biomasse avec l'excès d'air, ce qui résulte en gaz de combustion chauds utilisés pour produire la vapeur dans les chaudières.

Les installations d'énergie de combustion diffèrent principalement au niveau de la conception des chaudières et de la composition des combustibles. Les turbines à vapeur et les génératrices utilisées dans les différentes usines ne sont pas très différentes au niveau de la conception de base, à l'exception de quelques différences entre les turbines à condensation et les turbines à contre-pression utilisées pour la cogénération (chaleur et énergie combinées). Du point de vue économique et de l'applicabilité, la combustion de la biomasse s'effectue souvent dans des chaudières à combustibles multiples, qui utilisent, en plus du gaz naturel, du pétrole ou du charbon. Les technologies relatives aux chaudières à combustion utilisées actuellement comprennent les brûleurs à piles, les chaudières à alimentation automatique, les chaudières de combustion en suspension dans l'air, les chaudières de combustion en lit fluidisé et la gazéification et la combustion de la biomasse. Les chaudières à alimentation automatique à grille représentent les technologies de combustion les plus évoluées, mais des améliorations peuvent encore être apportées, particulièrement en utilisant une cocuisson à contrôle fondée sur un système d'apprentissage.

La plupart des stations de production de cocuisson (suspension) peuvent prendre jusqu'à 10 % de la biomasse avec une performance d'ensemble améliorée et des émissions réduites. La plupart des unités à grande échelle brûlent à une humidité de 50 %. On peut, grâce à cela, augmenter l'efficacité de 20 % à 25 % pour la récupération de la chaleur latente (condensation).

Délai de commercialisation : à court terme (à partir de maintenant jusqu'en 2008)

Capacité d'innovation canadienne

Il existe plusieurs sociétés d'ingénieurs canadiennes qui fournissent une expertise dans la conception et la construction, fondée sur une vaste expérience des industries du bois et des pâtes et papiers. Plusieurs petites entreprises technologiques offrent des variantes et des améliorations à la conception du transfert de la chaleur. Il existe d'importants fabricants de chaudières canadiens qui offrent des conceptions de chaudières adaptées aux biocombustibles. Les services

publics, les producteurs d'énergie indépendants et l'industrie regroupent les services de conception, le financement et les composantes pour produire des systèmes installés là où il est économiquement possible de le faire.

Le programme de la technologie des énergies renouvelables (PTER) et les laboratoires de technologies de combustion avancée de CANMET, qui relèvent tous les deux du Centre de la technologie de l'énergie de CANMET, travaillent présentement à la conception de technologies de combustion directe pour la biomasse.

Potentiel de marché

Il existe un potentiel pour utiliser la production d'énergie provenant de la combustion de la biomasse dans certains emplacements stratégiques ruraux et situés au nord. Le Canada a un bon potentiel pour accroître sa production d'énergie provenant de la combustion de la biomasse, étant donné le grand nombre d'usines de pâtes et papiers et d'usines de produits du bois produisant des déchets de bois. La production d'énergie provenant de la combustion de la biomasse agricole commerciale n'a pas encore été conçue. La question consiste à assurer un grand approvisionnement et un approvisionnement régulier de biocombustibles provenant de sources immédiates afin de maintenir une exploitation fiable des chaudières. Il est aussi important d'avoir une demande locale pour la chaleur provenant des vapeurs de récupération afin d'augmenter l'efficacité d'ensemble de l'énergie thermique. Le plus grand potentiel pour cette technologie au Canada est présent lorsque les biocombustibles sont utilisés en combinaison avec d'autres combustibles, tels que le gaz naturel, dans un emplacement situé à proximité d'une usine de pâtes et papiers ou de produits du bois. Plusieurs installations de produits du bois utilisent déjà la biomasse et augmenteront leurs demandes proportionnellement à la production qui s'accroît rapidement. Les déchets de bois peuvent aussi être utilisés pour remplacer l'alimentation en charbon de certaines usines, mais la source d'approvisionnement en bois doit se trouver à une courte distance.

Obstacle aux débouchés commerciaux

Le nombre des projets actifs liés à l'énergie de la biomasse, malgré la croissance rapide de cette dernière au cours des années 1980, a diminué depuis les années 1990. Il y a plusieurs raisons à ce manque d'activités de projet. Les coûts d'investissement des chaudières alimentées au bois sont quatre ou cinq fois plus élevés que ceux des appareils au gaz naturel de dimensions équivalentes et la concurrence pour une source limitée de charge d'alimentation peut faire monter le prix du combustible de façon importante et limiter le nombre de projets dans une région géographique. L'utilisation de charges d'alimentation ayant des caractéristiques qui diffèrent considérablement du combustible pour lequel une chaudière donnée a été conçue touche à la fois la performance et la fiabilité de l'appareil. La concurrence avec les génératrices alimentées au gaz naturel a aussi diminué le marché pour les projets de biomasse.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- Davantage de R.et D.

Commercialisation et démonstration
- Essais pilotes et démonstration.

Climat commercial
- Encourager l'industrie du bois à envisager l'utilisation de l'énergie de biomasse.
- Services publics d'électricité qui élaborent des pratiques d'achat acceptables.

Réseaux
- Concevoir une infrastructure pour la production, la captation et le transport du combustible.

Fonds requis : 5 millions de dollars par année.

VALORISATION DE LA BIOMASSE

Problématique

La valorisation de la biomasse réfère aux procédés qui transforment la biomasse en combustibles énergétiques. Les technologies comprennent la gazéification, la pyrolyse et la valorisation biochimique.

Vue d'ensemble et situation actuelle

La gazéification est un procédé endothermique à deux étapes dans lequel un combustible solide tel que la biomasse est converti thermochimiquement en gaz à énergie faible ou moyenne. La gazéification est considérée comme étant en phase de démonstration et apparaît très prometteuse pour la production d'énergie électrique.

La pyrolyse est définie comme étant la transformation d'un composé en une ou plusieurs substances qui chauffent par elles-mêmes, c.-à-d. sans oxydation. Le changement pyrolytique peut aussi comporter l'isomérisation et la formation de composés à masse moléculaire plus élevée. L'application de la pyrolyse à la biomasse pour la valorisation en énergie est actuellement perçue comme étant une voie pour la production d'huiles biobrutes, desquelles les produits chimiques liquides peuvent aussi être séparés. Un des avantages de cette approche est que les produits énergétiques peuvent être découplés de leur utilisation.

La valorisation biochimique de la biomasse en énergie est axée sur la production d'éthanol qui semble prometteuse pour la réduction des GES par le biais de son utilisation dans un mélange d'essences ou comme carburant pur. La fermentation de glucoses dérivés de l'amidon est une technologie qui domine actuellement dans l'industrie de l'éthanol, mais son applicabilité a été limitée aux sources d'amidon de transformation (grains de maïs ou de blé) visant à produire de l'éthanol. Un nouveau procédé d'hydrolyse enzymatique, présentement en conception, utiliserait la cellulose et l'hémicellulose provenant des cultures de biomasse, des résidus de bois mou et des déchets agricoles afin de produire de l'éthanol.

Délai de commercialisation : de court à moyen terme (à partir de maintenant jusqu'en 2012).

Capacité d'innovation canadienne

Il existe un petit nombre d'organisations canadiennes qui investissent beaucoup dans la recherche et le développement dans le domaine de la valorisation de la biomasse. Par exemple, *Biothermica International* (Montréal) intervient dans le développement, l'ingénierie de la conception et la construction de projets clés en main relatifs au traitement thermique des gaz et des déchets. *Biothermica* a élaboré le procédé *Biogat*, qui consiste à gazéifier la biomasse et à produire de l'électricité en utilisant un cycle combiné, et l'entreprise planifie la construction d'une usine de démonstration en l'an 2000. Le Canada est un leader mondial dans le secteur de la pyrolyse rapide de la biomasse et quelques-unes de ses entreprises, telles que *Ensyn Technologies, Dynamotive Corp.* et *Pyrovac Intl.* élaborent actuellement des systèmes

commerciaux. *Iogen Corporation* (Ottawa) conçoit présentement une technologie enzymatique applicable à la valorisation de la biomasse en éthanol en employant un procédé connu sous le nom d'hydrolyse enzymatique. *Iogen* a piloté la technologie avec succès à deux occasions et planifie la construction d'une usine de démonstration complètement intégrée qui fonctionne continuellement et dont l'achèvement est prévu au début de l'an 2000.

Le Programme de la technologie des énergie renouvelables (PTER), géré par le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET, élabore actuellement des technologies en coopération avec l'industrie canadienne, y compris la valorisation biochimique et thermochimique de l'énergie de la biomasse. D'autres soutiens gouvernementaux proviennent du PRDE, d'Environnement Canada, d'Agriculture et Agro-alimentaire Canada et de Industrie Canada. ENFOR fournit aussi une aide.

Potentiel de marché

En Europe et aux É.-U., des efforts de développement importants sont présentement entrepris afin de démontrer et de commercialiser des systèmes de gazéification intégrée à cycle combiné alimentés par des biocombustibles. D'autres systèmes de gazéification sont aussi présentement évalués, mais pour l'instant, il n'existe pas de préférence nette. Les systèmes de gazéification intégrée à cycle combiné alimentés par des biocombustibles nécessitent trois types distincts de gazéificateurs et représentent des échelles de 8 MW à 75 MW et comprennent des turbines à gaz industrielles et du type aviation.

Le développement de systèmes de production de l'énergie alimentés par la biomasse provenant de la gazéification et de la pyrolyse sera accru aux moyens de deux marchés différents : l'auto-production, principalement utilisée par les industries agricoles et forestières qui utilisent la biomasse ; et la création du commerce qui approvisionne le marché des produits pour l'électricité. Des exemples de créneaux intéressants sont : les régions ayant des mesures spéciales incitatives ; les régions ayant des coûts élevés en combustibles fossiles ; les régions se préoccupant du développement rural ; les secteurs se préoccupant de l'élimination des déchets ou des résidus ; et les secteurs où la biomasse est disponible à peu de frais. Le nombre de ces créneaux peut s'avérer relativement élevé au niveau international.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Les coûts élevés d'investissement que nécessite la construction d'une usine de gazéification de la biomasse en énergie représentent un obstacle à l'utilisation de la technologie. Comparativement aux systèmes de combustion de la biomasse ayant une capacité de production équivalente, les systèmes de gazéification peuvent être moins dispendieux à construire. Cependant, étant donné que la production d'énergie provenant de la gazéification de la biomasse ou des déchets n'a pas encore été éprouvée comme étant commercialement viable ou qu'elle n'a pas passé le stade de démonstration, une certaine réticence à fournir le financement pour ces usines est perçue.

Le coût et la disponibilité des sources de biomasse représenteront également des problèmes pour la commercialisation des mécanismes énergétiques qui seront en compétition directe avec les sources de combustibles fossiles.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- R. et D. requise pour la manipulation de la biomasse, les lignocellulosiques classiques, l'épuration des gaz et la production de produits chimiques à valeur ajoutée dérivés de la valorisation de la biomasse.

Commercialisation et démonstration

- Davantage de soutien aux usines pilotes et de démonstration.

Climat commercial

- Le climat commercial requiert davantage de mesures incitatives pour l'approvisionnement « vert » en énergie.

Réseaux

- Il faudra des liens plus forts pour les bases de ressources agricoles et forestières.

Réseaux des marchés

- Le développement de co-produits sera requis afin de permettre à ces technologies de concurrencer avec les combustibles fossiles classiques dans le secteur de l'énergie.

Fonds requis : 5 millions de dollars par année.

FISSION NUCLÉAIRE

Problématique

Les centrales nucléaires émettent des quantités négligeables de gaz à effet de serre en fonction du cycle de vie complet du CO_2. La prolongation de la durée de vie et l'utilisation optimale des centrales existantes peuvent jouer un rôle important dans le contrôle de l'accroissement prévu des émissions provenant de la production de l'électricité. Le déploiement de centrales additionnelles visant à compenser la production d'électricité à l'aide de combustibles fossiles peut considérablement réduire les émissions provenant de la production d'électricité. Une plus grande utilisation finale de l'électricité, de même qu'une application directe de l'énergie nucléaire aux débouchés qui existent dans les applications du transport, du bâtiment et de la production de la chaleur et dans le traitement des matières utilisant les électrotechnologies peuvent prolonger les avantages de la technologie nucléaire. Chaque centrale CANDU 6 de 700 MW permet d'éviter l'émission d'environ 5 millions de tonnes par année de CO_2 en ce qui a trait aux usines de charbon à faible rendement qui pourraient être en général remplacées. Les 22 réacteurs que possède le Canada ont permis d'éviter l'émission d'environ 100 millions de tonnes en 1995. En prévision des centaines de gigawatts qui seront produits par l'électricité additionnelle, le potentiel d'atténuation des GES représente plusieurs milliards de tonnes.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Toutes les centrales nucléaires du Canada utilisent des réacteurs CANDU de diverses dimensions (500-900 MW) et générations. Ces réacteurs utilisent l'uranium naturel et l'eau lourde (D_2O) comme combustibles, ces derniers étant modérateur et caloporteur. Il n'existe pas de nouveaux réacteurs CANDU en chantier au Canada, bien que le développement soit maintenu et soit actuellement axé sur le marché de l'exportation. L'effort de développement vise l'amélioration du système CANDU existant afin d'en augmenter la fiabilité et d'en réduire les coûts en perfectionnant la conception et en améliorant les techniques de construction. Les possibilités des prochains systèmes de génération comprennent des cycles de combustible de plus haute technicité (c.-à-d. le recyclage du combustible irradié provenant de réacteurs à eau ordinaire) et des systèmes de refroidissement fonctionnant à une température et à une pression beaucoup plus élevées (c.-à-d. des conditions de vapeur supercritiques) et ayant comme but de réduire les coûts du système d'ensemble. Bien que le stockage provisoire du combustible irradié et les techniques d'élimination à long terme techniquement acceptables aient été développés, il est important qu'une infrastructure intégrée soit établie et appliquée au moment opportun pour les systèmes actuels et futurs. Des conceptions de rechange pour les réacteurs ont été considérées internationalement. Seul le temps permettra de déterminer si des percées décisives menant à des réductions de coûts importantes seront réalisées.

Délai de commercialisation : court (avant 2008) pour l'infrastructure de la gestion des déchets ; moyen (2008-2012) pour le perfectionnement des cycles de combustible ; à long terme (après 2012) pour les cycles de combustibles avancés ou pour les réacteurs de rechange et le développement de changements importants en ce qui a trait au système de refroidissement CANDU.

Capacité d'innovation canadienne

Depuis les trois dernières décennies, la technologie nucléaire a apporté une contribution importante à l'accroissement économique du Canada. En résumé, les avantages comprennent : 30 000 emplois directs en haute technologie – plus de 150 entreprises partout au Canada, une contribution de six milliards de dollars au produit intérieur brut, 700 millions de dollars annuellement en impôt fédéral sur le revenu et en taxes de vente, une industrie d'exportation nette – dépassant 800 millions de dollars en 1994, des exportations d'uranium les plus importantes au monde, une production et un approvisionnement d'isotopes médicaux, industriels et de transformation des produits alimentaires les plus importants au monde, et des retombées industrielles – services de robotique, de télécommunications, de logiciels, d'ingénierie et d'experts-conseils.

Présentement, *Énergie atomique du Canada limitée* (EACL) a la responsabilité générale de concevoir, de construire et de mettre en marché le réacteur nucléaire CANDU, ainsi que les réacteurs à l'échelle de la recherche et de fournir des services de soutien pour les réacteurs. *Ontario Hydro* a exploité tous les réacteurs sauf deux des 22 réacteurs CANDU (24 si on compte le réacteur NPD et celui de la centrale de Douglas Point, qui fonctionnent sur une base de démonstration avancée) construits au Canada depuis les années 1960. Plusieurs des réacteurs CANDU 6 (de la catégorie de 700 MW) sont fonctionnels dans la République de Corée, en Argentine et en Roumanie. Des réacteurs CANDU 6 sont en construction en Corée et en Chine. Beaucoup d'autres entreprises canadiennes interviennent dans l'extraction et le traitement de l'uranium, la fabrication de combustibles, la fabrication de réacteurs et l'équilibrage de l'approvisionnement des composantes des centrales. Il existe des capacités de R. et D. aux laboratoires de l'EACL de Chalk River et de Whiteshell et dans un certain nombre d'autres centres, y compris *Stern Labs* et plusieurs universités. Les activités de R.et D. ont récemment été réduites, étant donné les réductions et les contraintes budgétaires de l'EACL dans les programmes de R. et D. de l'industrie nucléaire financés en coopération.

Potentiel de marché

Le marché canadien sera contraint à répondre à des demandes additionnelles d'électricité au cours des quelques décennies à venir. Les secteurs du transport et de l'industrie pourraient favoriser un marché additionnel pour de l'électricité. Ceci pourrait ouvrir la voie à une atténuation supplémentaire des gaz à effet de serre en fournissant de l'électricité nucléaire en tant que choix de rechange par rapport à l'utilisation traditionnelle des combustibles fossiles. Le potentiel de nouveaux marchés à l'étranger pour la technologie CANDU de pointe est potentiellement grand et dépend de façon importante du coût local de la production de l'électricité à partir de sources de combustible de rechange et de la technologie nucléaire, et la certitude des consommateurs éventuels à être approvisionnés. Les ventes de réacteurs CANDU ont été un succès dans les marchés où la concurrence pour la technologie existe. L'objectif d'affaire actuel de l'EACL, établi en 1996, est de vendre un réacteur CANDU par année pendant une période de dix ans. La mise en œuvre des mécanismes de flexibilité pourrait faire changer de façon significative le pivot économique vers l'énergie nucléaire. La technologie nucléaire

canadienne doit demeurer concurrentielle par rapport aux autres fournisseurs nucléaires, afin de se tailler une place dans le marché.

Obstacles aux débouchés commerciaux

L'obstacle le plus important au déploiement de réacteurs supplémentaires au Canada résulte du manque de demande pour de l'électricité allant au-delà des capacités du réseau d'électricité existant au Canada. Les forces du marché actuelles favorisent aussi les nouvelles centrales alimentées au gaz naturel, grâce à la capacité de livrer le gaz naturel et aux améliorations de la technologie des turbines à gaz, qui permet l'installation de centrales électriques à cogénération et/ou à cycle combiné à haut rendement. Les coûts d'investissement élevés concernant les centrales nucléaires peuvent être un obstacle à l'installation, même si le coût d'exploitation est très bas, étant donné que les projets à fort contenu en capital de financement comprennent des coûts supplémentaires. Bien que les émissions de gaz à effet de serre puissent être considérablement réduites par le remplacement du stock de capital existant des centrales à combustibles fossiles, les conditions économiques ne soutiennent pas une telle action. En plus de ces obstacles économiques, des facteurs sociaux ont joué un rôle en créant la perception selon laquelle il n'y a pas de moyens techniques permettant de gérer le combustible irradié accumulé sur les sites des réacteurs au Canada. Il a été reconnu, par le biais d'un examen public, que les mesures de stockage provisoire sont sécuritaires et efficaces et qu'une solution technique pour l'élimination à long terme des déchets de combustible est disponible. Malgré tout, le Comité ayant étudié le concept de l'EACL destiné à l'élimination des déchets de combustibles nucléaires au Canada a conclu à un grand manque de soutien public alors que celui-ci serait nécessaire. Le Comité a effectué plusieurs recommandations visant à élaborer et à démontrer le soutien public nécessaire à un système de gestion des déchets qui reste à être mis en œuvre au moment opportun. Les principales recommandations comprenaient la création d'une organisation s'occupant de la gestion des déchets de combustibles nucléaires et l'évaluation de solutions de rechanges destinées au système d'élimination des déchets à long terme présenté. Les techniques de stockage provisoire sécuritaires et efficaces tiennent compte de l'évaluation mesurée des systèmes de gestion des déchets de remplacement.

Mesures pour accroître l'innovation

De nombreux défis relatifs à la réalisation du plein potentiel de l'innovation de l'énergie nucléaire ont été détectés. Ces défis doivent être confirmés et un guide technologique permettant d'aller de l'avant doit être élaboré. Le procédé comprendra les utilisateurs et les fournisseurs de l'industrie nucléaire du Canada et de l'étranger, ainsi que la communauté de recherche établie possédant les compétences appropriées. L'industrie nucléaire canadienne fait aussi face à des obstacles liés à la concurrence provenant des technologies nucléaires concurrentielles. Il est donc important que le procédé d'innovation soit soutenu afin d'y incorporer les leçons apprises grâce aux centrales existantes et que des perfectionnements soient recherchés et incorporés afin d'améliorer l'efficacité et de réduire le coût unitaire de la production de l'énergie. Finalement, afin d'obtenir le potentiel maximum de GES de l'énergie nucléaire, il est particulièrement important qu'elle soit liée aux technologies de développement et transversales, telles que l'utilisation de l'hydrogène et des combustibles de remplacement et une plus grande utilisation de l'électricité afin de remplacer le combustible fossile.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- Réduction des coûts par le biais de la R. et D. et des rétroactions provenant des systèmes opérationnels.
- R. et D. sur les matériaux avancés et la conception des canaux de combustible isolés afin de permettre la mise en œuvre de systèmes de refroidissement utilisant de la vapeur à haute pression et à température élevée.
- Projet de démonstration de réacteurs de chauffage (c.-à-d. chauffage de bâtiments ou procédé industriel tel que l'extraction des sables bitumineux ou la production d'hydrogène).
- Élaboration de composantes clés de canaux de combustible à haute pression dans un réacteur de recherche.
- Soutien au développement du cycle du combustible fondé sur le recyclage du combustible de réacteur à eau ordinaire.
- Évaluation de méthodes de remplacement d'élimination des déchets afin de respecter les recommandations du Comité de révision.
- Surveiller les développements dans les réacteurs à eau ordinaire pressurisés de pointe non canadiens.

Commercialisation et démonstration

- Démontrer l'efficacité du stockage provisoire des déchets en même temps que le dernier système de gestion des déchets est mis sur pied et sécurisé par le biais de la mise en œuvre des recommandations du Comité de révision.
- Déploiement de techniques de construction de pointe et de technologies de l'information visant à réduire le calendrier des travaux et de là, les coûts des projets et les intérêts durant la construction.

Climat commercial

- Mise hors service anticipée pour les centrales alimentées au charbon.
- Incitations fiscales pour l'approvisionnement en énergie sans gaz à effet de serre.
- Mécanismes de financement permettant de prolonger le cycle de vie des centrales existantes et d'aménager des centrales additionnelles.
- Évaluation environnementale comparative visant à démontrer le peu d'impact.
- Mise sur pied, par les gouvernements de services publics, d'une organisation de gestion des déchets, responsable de la gestion des déchets, y compris l'élimination.

Réseaux

- Réseaux améliorés entre les partenaires et les intervenants, particulièrement en ce qui concerne la gestion des déchets, y compris l'élimination.
- Créer des liens entre la technologie des réacteurs et les sociétés nécessitant une chaleur industrielle et une production d'hydrogène sans gaz à effet de serre.
- Créer un lien financier entre les mécanismes de flexibilité et le financement pour le soutien de la R. et D.
- Assurer un climat de réglementation pour la technologie nucléaire en ce qui concerne la sécurité.

- Assurer que l'impact environnemental est en harmonie avec la technologie concurrente.

Réseaux des marchés
- Encourager l'utilisation de l'électricité et/ou de l'hydrogène, qui constituent les devises principales pour l'énergie nucléaire et qui remplacent le combustible fossile dans les nouvelles applications de l'électrotechnologie.
- Assurer qu'aucune restriction artificielle n'est fixée en ce qui concerne les mécanismes de flexibilité et les systèmes d'énergie nucléaire et mettre sur pied une infrastructure nationale et internationale nécessaire à la mise en œuvre des mécanismes de flexibilité.

Ressources humaines
- Encourager l'élaboration de programmes destinés à l'évaluation environnementale comparative fondée sur l'ingénierie, y compris la comptabilité du CO_2.
- Élargir les programmes d'éducation afin de soutenir le développement de ressources humaines pour l'ingénierie nucléaire et l'évaluation environnementale.

Fonds requis

Le gouvernement fédéral finance actuellement l'EACL à un niveau d'environ 100 millions de dollars par année. Une fraction imposante de cette somme (environ 80 millions de dollars) sert à la R. et D. afin d'améliorer l'infrastructure cognitive relative aux systèmes CANDU. En plus de ces services de financement canadiens pour le nucléaire, le groupe des propriétaires du CANDU fournit environ 15 millions de dollars par année. La moitié de cette somme est investie dans la sécurité et l'autre moitié sert au développement de l'infrastructure cognitive relative au perfectionnement des produits.

Nous suggérons que le financement public soit augmenté d'une somme allant jusqu'à 30 millions de dollars par année. Le financement de la recherche de base pour augmenter la compétitivité de la technologie CANDU devrait être augmenté immédiatement de 10 millions de dollars par année. Un autre 5 millions de dollars par année est immédiatement nécessaire pour une période à court terme, afin d'appuyer l'élaboration de connaissances additionnelles pour des concepts de rechange de la gestion des déchets. Plus tard, 15 millions de dollars additionnels par année seraient investis progressivement afin de soutenir la démonstration des applications de l'énergie thermique nucléaire dans l'industrie, dans l'éventualité où des restrictions de GES deviendraient un facteur de contrainte pour l'accroissement économique. Cette phase nécessiterait de verser des fonds en contrepartie provenant de l'industrie privée, supérieurs à ceux requis pour les sources d'énergie de combustible fossile.

TURBINES STATIONNAIRES

Problématique

Les systèmes de turbines à gaz de pointe sont des technologies prometteuses qui peuvent entraîner une diminution des émissions de CO_2 par kWh, comparativement aux technologies de production fondées sur les combustibles fossiles classiques. La réduction de CO_2 peut provenir : 1) de l'efficacité améliorée des turbines ; 2) des technologies de cycle combiné augmentant l'efficacité de l'énergie ; 3) de la cogénération (qui peut atteindre le plus haut niveau possible d'efficacité et donc le plus haut niveau de réduction de CO_2) ; 4) de la combustion d'un combustible à faible teneur en carbone (p. ex., du gaz naturel) ; et 5) de la combustion et de la gazéification de la biomasse ou d'autres combustibles perdus. Les turbines, dont la capacité se situe entre 25 kW et 334 MW sont disponibles sur le marché. Les centrales électriques avec turbines à gaz alimentées au combustible solide représentent une technologie prometteuse et peuvent atteindre un haut rendement, et lorsqu'elles brûlent le biocombustible, elles sont considérées comme étant un conducteur neutre de CO_2. L'approche consiste à utiliser un moteur à turbine à gaz alimenté indirectement qui comporte une source de chaleur externe, un échangeur de chaleur et un générateur à turbine à gaz. Une approche de rechange est la gazéification du combustible solide là où le gaz est brûlé directement dans la chambre de combustion (adaptée pour les gaz BTU moyens et faibles). Les centrales électriques à gazéification intégrée à cycle combiné sont de plus en plus populaires en raison de leurs émissions essentiellement faibles et de leur haut rendement.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Les technologies de turbine à cycle combiné incorporent un cycle de turbine à gaz avec un cycle de turbine à vapeur afin d'augmenter l'efficacité d'ensemble de la conversion de l'énergie. Lorsque ce concept comprend la cogénération (la production et la récupération de la chaleur et de l'électricité), l'efficacité d'ensemble du système peut augmenter aux niveaux les plus élevés possible. Les émissions de dioxyde de carbone sont diminuées étant donné les besoins réduits en combustible pour produire une quantité équivalente d'énergie provenant des centrales conventionnelles.

La première étape du procédé de turbine à cycle combiné comprend la combustion de gaz (essentiellement du gaz naturel) avec de l'air comprimé afin de produire des gaz de combustion à température élevée qui font fonctionner la turbine et par la suite, le générateur d'électricité. L'adaptabilité d'un système de turbine à gaz est sa capacité à fonctionner avec divers combustibles, y compris le charbon gazéifié ou la biomasse, et également avec les combustibles provenant des gaz d'enfouissement. La seconde étape de la technologie de cycle combiné est l'utilisation de gaz d'échappement chauds provenant de la turbine à gaz pour produire de la vapeur dans un générateur de vapeur à récupération de chaleur qui peut être utilisé pour faire fonctionner un second générateur d'électricité. Il en résulte une technologie importante émettant peu de carbone, atteignant des rendements allant jusqu'à 58 % dans certains cas. Lorsque la technologie est couplée avec une charge calorifique, le système est qualifié de système de cogénération (ou d'énergie et de chaleur combinées) ; les rendements de cycle complet de plus

de 90 % de récupération de l'alimentation ont été transmis lorsque l'utilisation complète de la chaleur des déchets provenant du procédé de la turbine à cycle combiné est exploitée. Les rendements du cycle complet de 70 % sont certainement atteints. La conception pour des niveaux plus élevés nécessite de faire des compromis entre les coûts et les avantages.

Les centrales électriques à turbines à gaz alimentées indirectement peuvent brûler des combustibles solides, liquides ou gazeux ou encore un mélange des trois. On croit que les turbines à gaz alimentées indirectement pourront fournir une excellente occasion de produire de l'énergie à partir de sources telles que le charbon, la biomasse, les déchets urbains, etc.

Délai de commercialisation : à court terme pour la cogénération et pour les turbines à gaz alimentées indirectement (à partir de maintenant jusqu'en 2008) ; de court à moyen terme pour de plus amples développements au niveau des turbines à gaz avancées, y compris la gazéification intégrée (à partir de maintenant jusqu'en 2012).

Capacité d'innovation canadienne

Des centrales à cycle combiné ont été installées au Canada par des producteurs d'énergie indépendants et par certains services publics locaux dans le but d'augmenter leur capacité de production d'énergie électrique. Ces centrales sont dans certains cas composées de gaz fabriqués au Canada et de turbines à vapeur et de générateurs d'électricité. Certaines de ces entreprises à utilisation intégrale de l'énergie comportent des divisions qui approvisionnent les systèmes de composantes, alors que d'autres sous-contractent avec des entreprises nationales et internationales. Les fabricants canadiens de moteurs à turbine à gaz et de composantes comprennent *Siemens/Westinghouse* (Hamilton), *Pratt & Whitney* (Longueuil), *Rolls Royce/Allison* (Lachine), *Hawker Siddeley/Orenda Aerospace* (Mississauga), et *Standard Aero* (Winnipeg).

Le US DOS investit présentement environ 180 millions de dollars américains dans le développement de système d'énergie à haut rendement intégrant la technologie de turbine à gaz alimenté indirectement pour la combustion du charbon. Au Canada, le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET est présentement en train de développer cette technologie en mettant l'accent sur les combustibles de déchets municipaux et les biocombustibles. Cela mènera à réduire les GES provenant des émissions de méthane (p. ex., la biomasse de décomposition) et les émissions de CO_2 provenant du déplacement de la production de l'énergie à base de fossiles.

Potentiel de marché

Les centrales de cogénération, à cycle combiné et CT peuvent répondre à une grande variété de besoins en énergie électrique (p. ex., les complexes industriels, les manufactures, les campus universitaires, les bâtiments commerciaux, etc.). En moyenne, le temps EPDC pour une centrale à cycle combiné de 150 à 270 MW est d'environ deux ans, mais selon la demande, cette période pourrait augmenter. En ce qui a trait aux installations beaucoup plus petites, les délais d'exécution de moins d'un an peuvent convenir. La flexibilité du fonctionnement des turbines à gaz est un attribut intéressant de cette technologie, puisque l'énergie peut être adaptée aux demandes de pointe ou intermittentes ou de charge de base et une ouverture ou une fermeture

rapide peut être effectuée selon la variabilité des besoins en énergie. Leurs dimensions compactes, leur fonctionnement propre et la possibilité d'un rendement à faible bruit augmentent la probabilité de leur utilisation dans les centres urbains et par conséquent, la probabilité de réduire la quantité de la transmission et de la distribution de l'électricité, et de là, diminuer les pertes nécessaires pour atteindre les secteurs de grande utilisation. La pollution visuelle résultant des panaches de vapeurs peut être une préoccupation.

Le récent succès mondial des centrales à cycle combiné au gaz naturel dans les pays industrialisés laisse à penser qu'elles prendront de l'avance, dans la prochaine décennie, sur les centrales électriques centralisées, qui représentent le point d'intérêt actuel. Au cours des 10 à 15 prochaines années, alors que les centrales électriques existantes sont sur le point de terminer leur durée de vie utile, il devrait y avoir un accroissement de la demande pour des systèmes modulaires plus petits qui sont distribués dans tout le centre de distribution. Cependant, les grandes centrales centralisées peuvent mieux se prêter à la capture et à la séquestration lorsque cela est réalisable. Le *U.S. Department of Energy* estime qu'au cours de la prochaine décennie, le marché international pour les systèmes de turbine à gaz avancés dépassera un trillion de dollars.

Obstacle aux débouchés commerciaux

La disponibilité et les coûts futurs du gaz naturel, qui représente une source non renouvelable, sont des obstacles importants à l'adoption générale de la technologie des turbines à gaz à cycle combiné. Les données de la Commission géologique du Canada indiquent que la demande en gaz naturel sera peut-être supérieure à l'approvisionnement au cours de la prochaine décennie. Néanmoins, le changement du combustible pour le charbon gazéifié (ou autres combustibles disponibles tels que le pétrole lourd) constitue un choix possible à long terme, particulièrement pour les grandes centrales électriques centralisées utilisant la technologie de cycle combiné, qui résulte aussi en une énergie à faible émission.

La disponibilité limitée des échangeurs de chaleur à haute température nécessaires pour réaliser un haut rendement représente un obstacle important à la mise en œuvre des turbines à gaz alimentées indirectement. Les échangeurs de chaleur entièrement métalliques entraînent des rendements de l'ordre de 15 % à 20 %. Les échangeurs de chaleur céramisés qui donneront de plus hauts rendements sont disponibles, mais leur durabilité n'a pas encore été éprouvée.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- Développer plus de turbines à gaz de pointe (à refroidissement intermédiaire du type aviation, etc.).

Commercialisation et démonstration

- Démonstration de turbines à gaz de pointe et de production et de cogénération à base de microturbines.
- Démonstration de turbines à gaz alimentées indirectement de petite taille.

Climat commercial

- La production d'électricité à partir de combustibles solides perdus peut fournir les mesures incitatives nécessaires à la mise en œuvre des turbines à gaz alimentées indirectement et des technologies de gazéification.

Réseaux

- Réseaux de fournisseurs et d'utilisateurs

Ressources humaines

- Élaborer des programmes d'ingénierie pour répondre aux besoins actuels et futurs dans ce domaine.

Fonds requis : 10 millions de dollars par année.

HYDROÉLECTRICITÉ À GRANDE ÉCHELLE

Problématique

À l'échelle mondiale, l'énergie hydraulique, qui prend de plus en plus d'importance, représente environ le quart de la totalité de l'électricité produite ; dans de nombreux pays, elle est la source principale d'énergie électrique. La production de l'hydroélectricité n'augmente pas les concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. C'est aussi une ressource d'énergie renouvelable et un élément important du développement durable.

Le Canada obtient environ 62 % de son électricité à partir de sources hydroélectriques. Cinq services publics d'électricité canadiens (*Hydro-Québec, BC Hydro, Manitoba Hydro, Newfoundland and Labrador Hydro*, et *Ontario Power Generation*) ont une production hydroélectrique combinée de plus de 62 000 MW qui produit beaucoup moins d'émissions comparativement à une quantité équivalente d'énergie produite par le charbon, soit de l'ordre de 400 millions de tonnes de CO_2. La capacité, équivalente ou supérieure, qui demeure disponible pour l'utilisation au Canada, représente une occasion importante pour un approvisionnement en énergie émettant un minimum de gaz à effet de serre. Par exemple, la capacité de produire de l'énergie à partir de nouveaux sites hydroélectriques développés au Manitoba et au Québec seulement serait de l'ordre de 25 000 MW.

Bien que les grands développements hydroélectriques « au fil de l'eau » soient possibles, comme la Niagara, les grandes centrales hydroélectriques sont plus souvent situées sur un réservoir d'eau de grande capacité en amont d'un barrage. De cette façon, la chute est concentrée dans le plan d'eau à un seul emplacement afin d'être mieux utilisée et elle fournit un élément de stockage important dans un système d'approvisionnement en électricité intégré. Ce procédé est par contre relié à des questions environnementales. Par exemple, des émissions de méthane (CH_4) et de dioxyde de carbone (CO_2) peuvent provenir de la végétation et/ou des sols tourbeux inondés et certaines substances toxiques peuvent être dégagées. Les impacts sociaux et fauniques doivent aussi être considérés.

L'augmentation de l'efficacité de l'infrastructure de transmission à haute tension afin de réduire les coûts d'ensemble est souhaitable puisque les nouveaux sites sont plus ou moins éloignés des agglomérations.

Vue d'ensemble et situation actuelle

L'énergie hydraulique a été la première source d'électricité au Canada. Les premiers développements de systèmes étaient fondés sur l'exploitation de sites adéquats près des agglomérations. Une fois que de tels sites ont été mis sur pied, la production d'électricité à partir de combustibles fossiles et de sources thermiques nucléaires a commencé à être concurrentielle et a été développée. Une réduction de coûts relative à ces sources peut faciliter la production d'électricité à partir de nouvelles sources hydrauliques éventuelles.

Les nouvelles connaissances et les nouvelles technologies qui permettront d'exploiter le potentiel dépendent de la compréhension des conditions environnementales et de l'amélioration des turbines, des lignes de transport d'énergie et des interconnexions, afin d'augmenter l'efficacité du système d'ensemble et de réduire considérablement les coûts. L'amélioration de l'infrastructure cognitive est requise pour :

- une meilleure compréhension et une atténuation des problèmes liés aux émissions de CH_4, de CO_2 et autres émissions provenant des réservoirs ;
- des améliorations en ce qui concerne la prévision et la gestion des réserves d'eau (*hydraulique*) ;
- la fiabilité et la détérioration des turbines (*cavitation*) ;
- la fiabilité et l'efficacité des lignes de transport d'énergie à très haute tension ;
- les systèmes de simulation de gestion des réseaux électriques (longues lignes de transport d'énergie) ;
- les procédés techniques de gestion permettant d'améliorer le facteur d'utilisation ;
- le stockage d'électricité en tant que moyen permettant d'améliorer la stabilité des grands réseaux de distribution (supraconductivité) ;
- le stockage d'énergie par couplage des éoliennes et des grands réservoirs.

Délai de commercialisation : de court à long terme (à partir de maintenant jusqu'en 2020 et au-delà). La capacité canadienne de fournir une plus grande quantité d'hydroélectricité excède considérablement la demande canadienne prévue et représente donc une capacité d'exportation.

Capacité d'innovation canadienne

Les services canadiens d'électricité ont élaboré un système d'innovation important et leur expertise au niveau des projets hydroélectriques à grande échelle est reconnue internationalement.

Le savoir-faire en matière de construction et d'ingénierie est bien développé et beaucoup de projets en cours au niveau international comprennent un élément canadien important ;

- Pérou : construction d'une ligne de transport d'énergie (660 km) de 220 kV permettant l'interconnexion des systèmes de Mantaro et de Socabaya.
- Nigéria : construction de lignes de transport d'énergie et de distribution de 66 kV et de 33 kV sur plus de 200 km pour fournir de l'électricité à 32 villages.
- Cameroun : gestion guinéenne de la Société Nationale d'Électricité du Cameroun (SONEL) et de la Société Guinéenne d'Électricité (SOGEL), y compris les services administratifs, financiers et techniques.
- Algérie, Indonésie, Libye, Malaisie, Portugal, Arabie saoudite, Tunisie : formation ayant trait aux procédures en matière de transmission continue pour le maintien de lignes à haute tension et à très haute tension.
- Chine : examen technique d'une centrale électrique de 1 500 MW (Baishan) en vue d'y ajouter une centrale hydroélectrique de pompage de 300 MW.

Potentiel de marché

L'hydroélectricité constitue déjà un facteur important pour l'économie. Ensemble, les cinq services d'hydroélectricité provinciaux, *Hydro-Québec, BC Hydro, Manitoba Hydro, Newfoundland and Labrador Hydro* et *Ontario Power Generation* emploient plus de 30 000 personnes, et l'électricité et la technologie utilisée pour sa production sont des denrées d'exportation.

Sur le marché national, les interconnexions assurent la sécurité de l'approvisionnement à l'industrie électrique et créent des occasions économiques permettant de remplacer l'électricité produite à partir de combustibles fossiles par l'électricité produite hydrauliquement. La construction d'interconnexions additionnelles est-ouest servirait à augmenter ces occasions pour les utilisateurs d'énergie canadiens. Une connexion additionnelle nord-sud pourrait permettre la création d'un marché d'exportation très important.

Les aménagements hydroélectriques prévus dans le système de la rivière Churchill au Labrador et les aménagements connexes au Québec offrent le plus grand bloc unitaire de réduction des émissions de gaz à effet de serre et pourrait totaliser jusqu'à 15 % de l'engagement pris à Kyoto.

Les réductions des émissions de gaz à effet de serre afférentes aux aménagements de la rivière Churchill au Labrador seront, à elles seules, de l'ordre de 13 millions de tonnes annuellement comparativement au gaz, et de 22 millions de tonnes annuellement comparativement au charbon.

Tel qu'indiqué dans l'introduction, le potentiel à long terme est beaucoup plus grand que ces exemples.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Les obstacles à la construction de nouvelles centrales hydroélectriques sont essentiellement liés à une meilleure compréhension de leurs impacts environnementaux et à l'amélioration de leur efficacité d'ensemble.

Les études et les sujets de R. et D. mentionnés précédemment représentent des questions clés permettant de mieux connaître le potentiel des nouvelles centrales en ce qui concerne la réduction des gaz à effet de serre et des coûts, ce qui permettra aux centrales existantes d'obtenir des réductions de GES supplémentaires.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- Compréhension et atténuation des problèmes afférents aux émissions de CO_2, de CH_4 et aux autres émissions provenant des réservoirs.
- Réduction des coûts par le biais de prévision et de gestion efficaces des réserves d'eau.
- Systèmes de simulation de gestion des réseaux électriques (longues lignes de transport d'énergie).

- Optimisation du stockage d'énergie par le couplage d'autres sources telles que les éoliennes, les centrales nucléaires et les grands réservoirs.

Commercialisation et démonstration
- Fiabilité et détérioration des turbines.
- Utilisation de turbines « à bulles » pour les rivières à bassin hydrographique à bas niveau.
- Fiabilité et efficacité des lignes de transport d'énergie à très haute tension.
- Procédés et techniques de gestion permettant d'augmenter le facteur d'utilisation.
- Technologies de l'interconnexion.
- Stockage d'électricité en tant que moyen d'améliorer la stabilité des grands réseaux de distribution (supraconductivité).

Climat commercial
- Évaluation environnementale comparative visant à démontrer le faible impact et la nature renouvelable des centrales hydroélectriques à grande échelle.
- Études économiques des coûts et de l'efficacité des centrales hydroélectriques.
- Aide aux services publics d'électricité dans la préparation et la recherche de projets internationaux.
- Mécanismes de financement visant à prolonger la vie des centrales existantes et permettant l'aménagement de centrales additionnelles.

Réseaux
- Réseaux améliorés entre les partenaires et les intervenants, particulièrement en ce qui concerne les aspects environnementaux.
- Mettre sur pied des réseaux entre la gestion de l'énergie non hydraulique et des grands réservoirs.
- Mettre sur pied des réseaux pour la production de l'hydrogène et l'hydroélectricité à grande échelle (facteur d'utilisation).
- Créer des liens financiers entre les mécanismes de flexibilité et le financement pour le soutien à la R. et D.

Réseaux des marchés
- Encourager l'utilisation de l'électricité pour remplacer le combustible fossile dans les nouvelles applications électrotechnologiques.
- Mettre sur pied une infrastructure nécessaire pour produire et distribuer l'hydrogène comme combustible.
- Assurer qu'aucune restriction n'est établie en ce qui a trait aux mécanismes de flexibilité et aux systèmes hydroélectriques.
- Contribuer à la mise sur pied de l'infrastructure nécessaire à la mise en œuvre de mécanismes de flexibilité.

Ressources humaines
- Encourager l'élaboration de programmes en ingénierie fondés sur une évaluation environnementale comparative, y compris la comptabilité du CO2.
- Contribuer à la formation de chercheurs et de techniciens pour l'équipement et les systèmes relatifs à l'hydroélectricité.

- Contribuer aux programmes d'extension de l'enseignement pour soutenir le développement international de ressources humaines ayant trait à l'évaluation environnementale et à l'hydroélectricité.

Fonds requis : Hydro-Québec participe actuellement à la recherche et au développement afin de maintenir une production, une transmission, une distribution et une utilisation de l'énergie efficaces. En 1997, quelque 114 millions de dollars étaient alloués à la R. et D., en plus des ressources totalisant 778 personnes par année. *BC Hydro* et *Manitoba Hydro* réalisent également des activités de R. et D. ayant les mêmes objectifs. On suggère un financement fédéral de 30 millions de dollars additionnels par année afin d'accélérer cet effort et assurer que la technologie de l'hydroélectricité et l'expertise canadiennes sont prêtes à contribuer à la réduction des gaz à effet de serre au Canada et à l'étranger.

PILES À COMBUSTIBLE

Problématique

Les piles à combustible sont des appareils électrochimiques qui convertissent directement l'énergie en électricité. Elles offrent des rendements énergétiques améliorés par rapport aux systèmes énergétiques non électrochimiques, p. ex., les moteurs à combustion interne et les turbines à gaz, dont les rendements énergétiques sont limités par le cycle de Carnot.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Les piles à combustible sont des appareils électrochimiques qui permettent à l'énergie chimique des piles d'être convertie directement en électricité. Les piles à combustible sont semblables à des batteries ; elles produisent toutes les deux un courant continu en utilisant un procédé électrochimique. Deux électrodes, une anode et une cathode, sont séparées dans une pile à combustible par un électrolyte. Les piles à combustible sont composées de trois éléments principaux ; une chaîne de piles à combustible composée de paires d'assemblage d'électrodes et d'électrolytes montés en séries afin de produire une tension de sortie utile ; un reformeur de combustible qui est généralement employé pour retirer les impuretés du combustible et qui quelquefois augmente la concentration de l'hydrogène dans le combustible (un reformeur de combustible n'est pas requis si le combustible est de l'hydrogène électrolytique) ; et un conditionneur d'énergie qui transforme le courant direct produit par la pile à combustible dans le courant alternatif utilisé dans la plupart des applications électriques et/ou pour apparier la tension de la chaîne de piles à combustible à celle de l'appareil de l'utilisateur.

Il existe une grande variété de combustibles pouvant être transformés afin de produire des combustibles qui conviennent aux piles à combustible, tels que l'hydrogène, le méthanol, le gaz naturel, le gaz provenant du charbon, le gaz d'enfouissement le biogaz et le gaz de pétrole liquéfié.

Les piles à combustible fonctionnent généralement à l'hydrogène. Les combustibles tels que le méthane, le méthanol, l'éthanol ou l'essence peuvent être convertis en un circuit riche en hydrogène dans les reformeurs de combustible avant d'être utilisés dans les piles à combustible. La pile directe méthanol-combustible, décrite dans le prochain paragraphe, peut utiliser le méthanol directement. Les piles à combustible à température élevée peuvent aussi utiliser directement le « gaz de ville », soit un mélange d'hydrogène, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone ou de l'hydrogène. Le reformage complet ou partiel du gaz naturel dans la chaîne de piles à combustible est aussi possible avec les piles à combustible fonctionnant à température élevée.

On distingue généralement deux catégories de piles à combustibles, selon l'électrolyte utilisé. Il existe deux piles à combustible fonctionnant à température élevée, soit la pile à carbonates fondus et la pile à oxydes solides. Les deux sont actuellement développées dans le but d'être utilisées comme sources d'énergie centrales pour les services publics, les bâtiments, les manufactures et autres industries. Dans la configuration planaire et comparativement à la configuration tubulaire, la pile à oxydes solides est aussi en développement pour les petites

applications stationnaires et mobiles ayant une capacité exprimée en kW. Il existe une pile à combustible fonctionnant à température moyenne qui représente actuellement la pile la plus à la fine pointe de la technologie commercialement, soit la pile à acide phosphorique, qui fonctionne à environ 200°C. Elle a été conçue pour le marché de l'énergie avec des unités disponibles à 200 kW, habituellement alimentées au gaz naturel ou au gaz d'enfouissement. La pile à membrane à échangeur de protons (MEP) et la pile à électrolyte basique sont les deux piles à combustible fonctionnant à basse température, soit à environ 80°C. La pile à électrolyte basique requiert un épurateur de dioxyde de carbone pour l'air afin de prévenir la formation de particules de carbonate solide dans la chaîne de piles à combustible. Une autre pile à combustible fonctionnant à basse température est présentement en conception, soit la pile méthanol-combustible direct, qui s'apparente à la pile à membrane à échangeur de protons. Elle est toutefois moins élaborée que les deux autres. Ces trois piles fonctionnant à basse température sont à l'étude pour des applications au transport. Ces trois types de pile ont aussi un potentiel dans les petites applications portables tout comme dans les applications de créneaux spécialisés, allant de quelques watts à plusieurs kilowatts. La pile à électrolyte basique est encore utilisée dans les navettes spatiales. En ce qui concerne les applications terrestres, la pile à électrolyte basique n'a pas été en mesure d'atteindre les mêmes puissances volumiques que le système de MEP.

Délai de commercialisation : à moyen terme (de 2008 à 2012).

Capacité d'innovation canadienne

Les entreprises canadiennes se sont concentrées sur la conception et la fabrication de piles à combustible fonctionnant à basse température. Le Canada a développé de grandes capacités dans le nouveau domaine des piles à combustible fonctionnant à la température ambiante, grâce au développement commun avec le gouvernement. La compagnie *Ballard Power Systems* de Vancouver est le leader mondial dans le développement des piles à membrane à échangeur de protons servant à produire de l'électricité pour les applications de transport et les applications stationnaires. *H-Power Enterprises of Canada Inc.* de Ville St-Laurent au Québec élaborent actuellement des systèmes de piles MEP pour les applications résidentielles et autres applications de petite force motrice. Parmi les entreprises élaborant cette technologie, on distingue également *Hydrogenics Inc.* (Toronto). *Energy Ventures Inc.*(Toronto) est une entreprise plus ou moins nouvelle dans le domaine, mais ayant déjà conçu la technologie *Astric Inc.* afférente à la pile à électrolyte basique et continuant de travailler à ce projet. Il existe deux entreprises ayant une expertise dans les technologies des piles à oxydes solides : *Ontario Power Technologies* (Toronto) qui travaille avec la configuration tubulaire en collaboration avec *Siemens-Westinghouse*, et *Global Thermoelectric Inc.*, (Calgary) qui élabore la configuration planaire. Actuellement, il n'existe pas d'entreprise canadienne qui conçoive la pile à carbonates fondus ou à acide phosphorique.

Les travaux de R. et D. provinciaux et fédéraux sont effectués par le biais du PRDE, du Programme de la technologie énergétique des transports de CANMET, du Conseil national de recherches, de *Ontario Power Technologies,* du ministère de la Défense nationale, d'Industrie Canada et d'Hydro-Québec.

Potentiel de marché

Bien que les utilisations éventuelles des piles à combustible soient diverses, les applications à court terme sont limitées. Le plus grand potentiel de marché se trouve dans le secteur du transport puisque tous les principaux constructeurs de véhicules automobiles ont présentement des programmes de développement de véhicules automobiles fonctionnant à l'aide de piles à combustible. Plusieurs d'entre eux se sont engagés à introduire sur le marché californien des éditions limitées de leurs véhicules automobiles à piles à combustible d'ici l'an 2004. La plupart de ces constructeurs utilisent les piles à combustible Ballard. Les autobus urbains précommerciaux utilisant de l'hydrogène compressé comme combustible pour les moteurs à pile à combustible sont déjà en utilisation dans les services tarifaires à Chicago et à Vancouver. L'application aux stations centrales (des dizaines à des centaines de mégawatts) des piles à combustible représente un marché moins viable, étant donné l'état actuel de la technologie.

Obstacles aux débouchés commerciaux

- Coûts initiaux élevés relatifs à une utilisation à plus grande échelle des piles à combustible.
- La technologie et le coût du reformage de nouveaux combustibles.
- Infrastructure de distribution pour les nouveaux combustibles.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive
- Davantage de R. et D.

Commercialisation et démonstration
- Soutien pour les centrales pilotes et les premiers efforts de commercialisation dans plusieurs centres régionaux d'innovation.

Climat commercial
- Les piles à combustible profiteraient de la « conversion au vert » de l'électricité, d'incitatifs fiscaux et de mesures favorisant les technologies efficaces.

Réseaux
- Créer des réseaux

Fonds requis : 20 millions de dollars par année provenant des gouvernements, pouvant être directement appuyés par 40 millions de dollars provenant de l'industrie. Ces nombres n'incluraient pas les dépenses directes relatives à la commercialisation et à la R. et D. de l'industrie de plus de 100 millions de dollars par an (surtout Ballard).

BÂTIMENTS

Problématique

Il existe des technologies et de meilleures pratiques qui peuvent être adoptées par l'industrie du bâtiment afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES). Les édifices étant construits pour longtemps, l'horizon temporel pour réduire les émissions de GES est donc à long terme. En plus de fournir un environnement intérieur sain et confortable, les constructions futures doivent avoir un impact minimal sur les environnements locaux, régionaux et mondiaux. La conception, construction et rénovation optimales de bâtiment sont des moyens de réalisation qui utilisent des systèmes de construction à haut rendement, qui utilisent au maximum des matériaux de construction recyclés et recyclables nécessitant peu d'énergie intrinsèque, qui emploient au minimum la chaleur et l'électricité non renouvelables et qui exploitent efficacement la récupération et la redistribution de la chaleur, le nettoyage et le recyclage des eaux usées et la gestion des déchets.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Parmi les pratiques et technologies nouvelles et améliorées pour les constructions futures, on retrouve :

- La conception et l'optimisation informatisées de bâtiments intelligents, y compris la conception efficace pour la reconstruction, la démolition et le recyclage.
- Des systèmes d'enveloppe de bâtiments perfectionnés totalement intégrés à la structure du bâtiment et comprenant des systèmes muraux fabriqués avec un revêtement superisolant et des fenêtres efficaces.
- Des « superfenêtres » orientées de manière à profiter de l'énergie solaire pour le chauffage et l'éclairage naturel.
- Des systèmes d'éclairage naturel et artificiel intégrés.
- Des systèmes de refroidissement à faible consommation énergétique (refroidissement nocturne, déshydratants pour le contrôle de l'humidité, le positionnement stratégique des arbres, etc.)
- Des dispositifs intégrés multifonctionnels et très efficaces.
- Des systèmes de distribution de l'air et de la chaleur avec des moteurs, ventilateurs et pompes à faible consommation d'énergie.
- Des systèmes de contrôle de bâtiment perfectionnés incorporant la technologie « intelligente » avec détection et diagnostic des anomalies afin que l'approvisionnement en énergie et en eau et les conditions ambiantes correspondent le plus précisément possible aux besoins.
- La production d'électricité sur place, notamment des piles à combustible pour la production d'électricité et la climatisation de l'espace, des murs et toits photovoltaïques et des micro-turbines et la vente de l'électricité excédentaire au réseau ou utilisée pour recharger les véhicules.
- L'énergie solaire pour le chauffage de l'eau, la ventilation de l'air, le chauffage et la climatisation des bâtiments au moyen de murs intégrés et de capteurs montés sur le toit.
- Des installations perfectionnées de chauffage et de climatisation centralisée.

- Des systèmes de stockage de l'énergie.
- Des technologies permettant d'évaluer le potentiel de rendement à long terme (cycle de vie) dans le but d'évaluer les avantages financiers et de fournir une assurance de durabilité.
- La sélection de matériaux et systèmes de construction à faible taux d'émissions de GES perfectionnés pour la construction de bâtiments.
- Des systèmes pour la distribution d'eau et de combustible et pour les eaux usées (infrastructure enfouie).
- Des systèmes d'immeubles ouverts et flexibles qui peuvent facilement être adaptés avec le temps.

Les actions visant à influencer la conception, construction et remise à neuf sont des activités à effet de levier puissant visant à fournir des avantages à long terme en raison de la longue durée de vie des bâtiments.

Délai de commercialisation : à moyen et long terme (2010 et au-delà).

Capacité d'innovation canadienne

La capacité d'innovation est solide au sein de l'industrie canadienne du bâtiment, lui permettant de capitaliser sur ces technologies une fois que les engagements et risques afférents à l'adoption de nouvelles technologies ont été examinés. L'industrie canadienne du bâtiment est bien positionnée pour mettre en place ces technologies et meilleures pratiques et pour les commercialiser au niveau international, en particulier dans les marchés-cibles et les marchés à créneaux.

Les capacités canadiennes en matière de recherche et développement sont solides, grâce à l'expertise de chefs de file tels l'Institut de recherche en construction du NRCan et le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET. Les capacités en matière d'ingénierie du secteur privé sont fortes de même que celles en matière de recherche dans les universités. La taille plus ou moins petite des entreprises de construction individuelles suppose un besoin de recherche et de développement en collaboration, au moyen de partenariats entre le gouvernement et le secteur privé tels que *Forintek* pour la R. et D. sur les produits ligneux.

Potentiel de marché

Le secteur du bâtiment représente l'un des marchés les plus importants (sinon le plus important) tant pour les technologies que pour les services et ce, au niveau national et mondial.

Obstacles aux débouchés commerciaux

- Le coût initial des technologies d'atténuation des GES novatrices.
- La résistance au changement dans l'industrie du bâtiment.
- La séparation entre les intérêts du constructeur et de l'utilisateur.
- Le manque de sensibilisation, d'éducation et d'information.
- Les silos professionnels et commerciaux qui mettent en veilleuse des solutions novatrices et intégrées.

- Le manque d'incitatifs en matière d'honoraires professionnels afin de faire des économies d'énergie ou d'investissement initial.
- Le manque de données d'analyse du cycle de vie.
- Le coût peu élevé d'approvisionnement en combustibles fossiles.
- Le bas niveau d'acceptation par les utilisateurs finaux.
- Les banquiers et investisseurs hésitants à fournir de l'investissement en capital risque pour les technologies novatrices.
- Les risques et engagements liés à la définition et à l'adoption de nouvelles technologies.
- L'absence de système établi crédible pour évaluer les retombées et la durabilité des nouvelles technologies.
- Le fait de démontrer que les nouvelles technologies respectent l'intention des codes et règlements.
- L'absence d'effort de commercialisation international organisé et ciblé.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive
- Analyse des avantages économiques.
- Davantage de recherche et développement.
- Information sur l'analyse du cycle de vie.
- Information commerciale et technologique internationale.

Commercialisation et démonstration
- Démonstrations (CANMET, Centre canadien de la technologie du bâtiment résidentiel, SCHL, TPSGC, NRC et associations).

Climat commercial
- Encourager l'adoption de codes en matière d'énergie et de construction.
- Normes de réglementation et de rendement parallèlement à des garanties et à l'application.
- Changer l'ACC afin qu'elle soit équivalente à un système d'énergie concurrentiel.
- Promotion du rôle de la SCHL dans l'avancement des nouvelles technologies.
- Acceptation par les utilisateurs finaux.

Réseaux
- Éduquer et informer le public au sujet des technologies.
- Créer des réseaux.

Réseaux des marchés
- Politique d'approvisionnement et conception d'une vitrine pour créer une demande.
- Établissement de projets en consortium.
- Prise de conscience de la valeur ajoutée des technologies perfectionnées.
- Outils et information techniques afin d'éliminer les risques et de minimiser la responsabilité.
- Programme de marketing international pour les technologies et services du bâtiment.

Ressources humaines

- Former et éduquer l'industrie du bâtiment.

Fonds requis : 15 millions de dollars par année.

TRANSPORT ET SYSTÈMES DE TRANSPORT : SYSTÈMES DE TRANSPORT INTELLIGENTS

Problématique

Les systèmes de transport intelligents (STI) sont perçus comme offrant des possibilités considérables d'atteindre des objectifs clés en matière de transport, notamment : la réduction de la congestion dans le transport terrestre (autoroutes, ponts, terminus multimodaux et passages frontaliers), une amélioration de la sécurité, de la mobilité des personnes et des biens, un accroissement de la productivité économique et une réduction des impacts environnementaux afférents au transport terrestre et également des émissions de GES. Malgré qu'il soit difficile de quantifier exactement le potentiel de réduction des GES de ces systèmes, des études récentes (dont une préparée par la Table du transport) estiment que les résultats seraient positifs et que les systèmes de transport intelligents généreraient de plus une gamme d'avantages complémentaires, tels qu'une réduction de la consommation de combustible, des délais et des collisions, ainsi qu'une amélioration de l'efficacité de l'exploitation.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Les STI comprennent l'application des technologies de traitement de pointe de l'information (ordinateurs), des communications, des capteurs et des technologies antipollution ainsi que les stratégies de gestion de manière intégrée afin d'améliorer le fonctionnement du système de transport terrestre dans les régions urbaines et rurales. Ces systèmes offrent une variété d'améliorations en matière de transport, notamment, la gestion de la régularisation de la circulation, du parc de véhicules, des autoroutes, des routes et des incidents; des services d'information pour les voyageurs multimodaux; des services d'intervention d'urgence et des systèmes de paiement électronique. Ces applications réunissent les utilisateurs du système, les véhicules et l'infrastructure pour former un système de communication intégré permettant l'échange d'information et ce, dans le but d'assurer une meilleure gestion et utilisation des ressources disponibles. Divers ensembles de systèmes de transport intelligents (voir le tableau ci-joint) existent pour répondre à une variété de besoins en matière de transport.

Délai de commercialisation

Ces systèmes sont déjà disponibles dans le commerce au Canada et à l'étranger et certains d'entre eux sont en cours de déploiement, mais seulement de manière limitée et principalement dans les régions urbaines pour la gestion du contrôle de la circulation, des autoroutes et des routes. Un déploiement plus intensif et étendu dans les centres urbains et les régions rurales est nécessaire de même que pour l'intégration des divers modes de transport terrestre. Des progrès importants pourraient être réalisés à court terme (2000-2008) grâce aux technologies existantes si le financement adéquat est disponible. À moyen terme, une masse critique du déploiement des systèmes de transport intelligents est réalisable et de nouvelles applications peuvent être déployées pour une plus grande intégration des STI sur l'ensemble des modes et des territoires. À long terme (après 2012), des applications hautement perfectionnées, telles que des véhicules intelligents et des réseaux d'autoroutes entièrement informatisés, pourraient faire leur apparition sur le marché.

Capacité d'innovation canadienne

Le Canada possède actuellement une industrie des STI petite, mais en croissance. Étant donné les capacités que possède le Canada en matière de technologies de l'information et des communications, il nous est possible de concevoir au pays une industrie des systèmes de transport intelligents dynamique et concurrentielle. Quelques firmes canadiennes sont déjà des chefs de file mondiaux dans des marchés à créneaux, p. ex. *MARK IV Industries* (Mississaugua) est le chef de file mondial en ce qui a trait à l'approvisionnement en technologies de transpondeurs; *International Road Dynamics* - IRD (Saskatoon) est l'un des principaux fournisseurs en technologies de pesage en mouvement; *Nortel Networks* est un important fournisseur d'équipement de fibres optiques pour les STI. Une étude conjointe d'Industrie Canada et de Transport Canada (1996) a estimé que les ventes annuelles mondiales en systèmes de transport intelligents atteindraient 43 milliards de dollars américains d'ici 2006 et que la part du marché du Canada serait de 2,9 milliards de dollars américains. Les firmes canadiennes sont capables de construire ici des systèmes de transport intelligents de niveau international, le meilleur exemple de ceci étant l'autoroute 407 à Toronto, qui est une artère urbaine électronique entièrement automatisée.

Un certain nombre de travaux de R. et D. ont été entrepris au Canada. On retrouve parmi les participants les plus actifs, le Conseil national des recherches du Canada et le Conseil de développement des transports du ministère des Transports, en partenariat avec des organismes américains. Plusieurs universités canadiennes ont participé aux travaux et elles augmentent actuellement leurs activités de R. et D. ayant trait aux systèmes de transport intelligents (p. ex. l'Université de Toronto). PRECARN met présentement sur pied une initiative de secteur ciblant les systèmes de transport intelligents.

Obstacles aux débouchés commerciaux

L'Association des transports du Canada a récemment effectué une étude portant sur les provinces et les villes de Montréal, Toronto et Vancouver, afin de déterminer les obstacles au déploiement des systèmes de transport intelligents sur leur territoire. Les principales causes sont le manque de financement disponible, le manque de ressources humaines possédant les connaissances et compétences nécessaires, l'absence de planification en ce qui a trait aux systèmes de transport intelligents dans le cadre d'une planification du transport plus large et les lacunes en matière de stratégies de coopération et de cadres de travail régionaux et nationaux.

Les firmes canadiennes doivent montrer aux clients internationaux qu'elles possèdent l'expertise nécessaire pour procéder au déploiement des systèmes de transport intelligents. La création d'une capacité et d'un marché à l'échelle nationale est essentiel pour les firmes canadiennes et ce, afin de présenter leurs succès et de saisir les débouchés.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Le Canada a besoin d'un plan national pour promouvoir le déploiement étendu et énergique des systèmes de transport intelligents à tous les modes de transport terrestre dans tout le pays. Transport Canada a déjà commencé à élaborer un tel plan, mais son succès repose sur le financement disponible. Le Plan national pour les systèmes de transport intelligents propose les activités suivantes :

1. Partenariats pour la connaissance - Établir des ententes de partenariat concrètes avec le secteur privé, les autres territoires, les établissements d'enseignement et les États-Unis afin de sensibiliser et d'accroître les connaissances en ce qui a trait aux systèmes de transport intelligents et de contribuer à la mise en œuvre de ce plan. *[Infrastructure cognitive et Ressources humaines]*
2. Élaboration d'une architecture pour les systèmes de transports intelligents pour le Canada – Cette architecture est d'une importance critique afin de veiller à ce que les produits et services soient intégrés de façon uniforme et qu'ils soient interopérables. Elle constitue le noyau d'information et de communication qui soutient et unifie les technologies de STI clés en leur permettant de travailler ensemble et de communiquer entre elles. *[Réseaux]*
3. Un plan de R. et D. multimodal pour les systèmes de transport intelligents – De la R. et D. axée sur l'industrie est nécessaire pour le développement de nouvelles technologies et pour faire la preuve des nouvelles capacités en matière de systèmes de transport intelligents. *[Commercialisation et démonstration]*
4. Déploiement et intégration dans tout le Canada – L'établissement d'un nouveau mécanisme permettant d'accélérer le déploiement, l'intégration et l'interopérabilité des systèmes de transport intelligents dans tous les modes et selon une formule de partage des coûts avec les autres secteurs privés et publics. *[Réseaux des marchés et ressources humaines]*
5. Renforcement de l'industrie des systèmes de transport intelligents du Canada – Le gouvernement fédéral travaillerait en collaboration avec l'industrie des STI à une stratégie d'expansion des exportations afin de promouvoir l'expertise canadienne dans le reste du monde et afin de réaliser des missions commerciales dans les régions offrant le potentiel le plus important en matière d'exportation des systèmes de transport intelligents. *[Climat commercial]*

Fonds requis

Du financement neuf est requis pour entreprendre les activités de R. et D. et de déploiement mentionnées ci-dessus. En ce qui concerne la R. et D., deux millions de dollars par année sur une période de cinq ans, pour un total de 10 millions de dollars, et avec un financement de contrepartie à 50/50 par le secteur privé sont nécessaires. En ce qui concerne le déploiement, 15 millions de dollars par année pendant cinq ans pour un total de 75 millions de dollars avec un financement de contrepartie à 50/50 provenant des autres secteurs publics (provinces et municipalités) et/ou des secteurs privé et sans but lucratif.

VOLETS DE SERVICES AUX USAGERS OFFERTS PAR LES STI			
SERVICE AUX USAGERS	CARACTÉRISTIQUES DE DÉPLOIEMENT		
	FONCTIONS 1	FONCTIONS 2	FONCTIONS 3
GESTION DES DÉPLACEMENTS ET DES TRANSPORTS			
Information au conducteur en cours de route	Affichage général des données permanentes de signalisation et d'Avis au conducteur sur l'encombrement des voies, les incidents, la situation du moment, etc.	Données de signalisation adaptées à la situation du moment et conseils au conducteur filtrés ou adaptés aux besoins particuliers du conducteur	Données de signalisation adaptées au véhicule et à la situation du moment, avec fourniture de prévisions au conducteur intégrée au service de guidage routier.
Guidage routier	Guidage autonome fournissant des directives permanentes	Guidage en temps réel fondé sur la situation du moment	Guidage en temps réel coordonné pour assurer l'optimisation à travers le réseau
Information sur les services aux voyageurs	Service fixe des « pages jaunes » optimisé pour les voyageurs	Service mobile fournissant des renseignements selon l'endroit ou le besoin (p. ex. l'emplacement des stations-service à portée)	Service intégré de réservation et de paiement en ligne
Régulation du trafic	Meilleure régulation du trafic autoroutier	Meilleure commande zonale du trafic	Commande zonale du trafic intégrée
Gestion des incidents	Détection automatisée des incidents. Elle peut se fonder sur un contrôle de la circulation, des rapports directs ou les deux	Détection automatisée, vérification et plan d'intervention recommandé au conducteur	Automatisation complète de la gestion des incidents. Intervention humaine minimale.
Test d'émissions et atténuation	Évaluation de la pollution en bord de route	Contrôle de la pollution régionale	Stratégies intégrées de la qualité de l'air à l'échelle régionale
Passages à niveau	Dispositifs classiques de signalisation aux passages à niveau	Coordination avec les chemins de fer pour améliorer la gestion du trafic	Détection des véhicules immobiles et avis d'urgence
GESTION DE LA DEMANDE DES DÉPLACEMENTS			
Activités de gestion de la demande	Contrôle de la demande et sensibilisation du public	Administration des véhicules à coefficient élevé de remplissage et des stationnements	Frais d'utilisation variant selon l'heure, la route, le nombre de passagers, les émissions, etc.
Information sur les déplacements avant le départ	Information en temps réel fournie aux voyageurs à domicile, au bureau, etc.	Données intégrées sur tous les modes centralisés	Recommandations d'itinéraires, d'heures et de mode de transport
Covoiturage et réservations	Appariement des propriétaires ou conducteurs de véhicules particuliers avec d'éventuels passagers	Englobe les fournisseurs de services commerciaux de transports en commun dans les possibilités	Comprend l'appui des opérations financières liées au covoiturage

		d'appariement	
TRANSPORTS EN COMMUN			
Gestion du transport en commun	Contrôle et gestion centralisés des horaires	Ajout de l'analyse ou de la planification hors ligne, ainsi que de l'appui de la gestion du personnel	Intégration à la régulation du trafic pour améliorer la ponctualité en temps réel
Information en cours de route	Renseignements à jour sur les itinéraires ou les horaires. Interaction limitée.	Renseignements multimodaux intégrés avec aide à la décision	Intégration au service de paiement électronique (achat des billets et des abonnements)
Transport en commun personnalisé	Capacité de servir les usagers sur réservation	Affectation des véhicules et optimisation des horaires	Affectation des véhicules en temps réel
Sécurité	Sécurité physique, surveillance, contrôle de sécurité et systèmes d'alarme	Alarme silencieuse (embarquée) déclenchée par le conducteur ou les voyageurs	Alarme intégrée aux services de communications personnelles

VOLET DES SERVICES AUX USAGERS OFFERTS PAR LES STI (SUITE)			
	CARACTÉRISTIQUES DE DÉPLOIEMENT		
SERVICES AUX USAGERS	FONCTIONS 1	FONCTIONS 2	FONCTIONS 3
PAIEMENT ÉLECTRONIQUE			
Services de paiement électronique	Péage électronique	Encaissement électronique du prix des billets ou paiement électronique des frais de stationnement	Service intégré de paiement électronique pour tous les modes de transport
VÉHICULES COMMERCIAUX			
Vérification électronique	Utilisation de données historiques et du pesage dynamique pour la pré-vérification des transporteurs qui se sont inscrits pour l'année	Services de pré-vérification étendus aux titulaires d'un permis temporaire	Contrôle automatique de l'état du véhicule et considération de cet état dans la pré-vérification
Inspection automatisée de la sécurité routière	Accès en direct aux dossiers de sécurité des véhicules particuliers	Collecte et contrôle des diagnostics des appareils embarqués	Contrôle et considération de la situation et de l'état du conducteur
Contrôle de sécurité à bord	Contrôle de la sécurité et notification automatisée du conducteur	Prolongement de la notification au transporteur	Prolongement de la notification aux organismes d'exécution de la loi
Processus administratifs	Achat électronique de pièces d'identité annuelles à l'État d'attache	Adjonction de l'achat de pièces d'identité ou de permis temporaires à d'autres États	Rapport automatisé sur le kilométrage et la consommation de carburant
Intervention en cas d'incidents de matières dangereuses	Les équipes d'exécution de la loi et d'intervention reçoivent des renseignements sur les chargements	Coordination du centre des opérations avec les autres organismes	Coordination en temps réel des interventions
Mobilité des marchandises	Localisation des véhicules et contrôle de leur situation	Guidage routier intégré	Fonctions spécialisées particulières relatives aux parcs automobiles
GESTION DES URGENCES			
Notification des urgences et sécurité personnelle	Signal de détresse déclenché par l'automobiliste	Signal de détresse automatique déclenché par l'accident du véhicule	Contenu ajouté au message à des fins spéciales (p. ex. dans le cas de marchandises dangereuses)
Gestion des véhicules d'urgence	Aide à la régulation	Guidage du conducteur jusque sur les lieux	Intégration à la signalisation pour optimiser les temps de déplacement
SYSTÈMES ÉVOLUÉS D'AIDE À LA CONDUITE ET DE SÉCURITÉ DES VÉHICULES			
Prévention des collisions longitudinales	Signal des risques de collision longitudinale donné	Commande partielle temporaire pour prévenir une	Commande complète, intégration à un service de prévention

	au conducteur	collision	des collisions latérales
Prévention des collisions latérales	Signal de la présence d'un danger dans l'angle mort ou commande partielle	Signal de délaissement de voie ou commande partielle	Commande complète, intégration à un service de prévention des collisions longitudinales
Prévention des collisions aux intersections	Détection des infractions aux intersections signalisées (p. ex. le fait de brûler un feu rouge) et prise en charge de la conduite	Signal des risques de collisions aux intersections ou commande partielle	Commande entièrement automatique aux intersections
Visibilité accrue pour éviter les collisions	Service indépendant d'amélioration de la visibilité	Intégration à la signalisation à bord du véhicule et à d'autres services de prévention des collisions	
Sécurité	Meilleur contrôle de l'état des véhicules	Contrôle des états dangereux de la route	Contrôle du conducteur aux facultés affaiblies et prise en charge de la conduite
Déploiement de dispositifs de retenue avant la collision	Détection par capteurs et déploiement des dispositifs de retenue	Coordination entre les véhicules et déploiement des dispositifs de retenue	Dispositifs de retenue personnalisés en fonction des caractéristiques de l'occupant
Réseau routier automatisé (RRA)	Dispositifs anticollision embarqués précurseurs du RRA	Renseignements minimaux en bord de route	Circulation des véhicules entièrement automatisée

GESTION DU CO_2 GÉOLOGIQUE

Problématique

Le stockage du CO_2 géologique est une technologie de séquestration prometteuse. Elle consiste à capter le gaz et à l'injecter dans des dépôts souterrains.

Vue d'ensemble et situation actuelle

On a constaté que l'utilisation combinée de membranes et de solvants chimiques, tels que la monoéthanolamine, était efficace pour capter et retirer le CO_2, à partir, par exemple, de grandes sources stationnaires telles que des centrales alimentées au combustible fossile et des puits de gaz naturel. Le coût de séparation du CO_2 provenant des flux de gaz effluents des centrales à basse pression au moyen des solvants conventionnels est toutefois élevé. De nouveaux solvants composés utilisés conjointement avec des dispositifs d'immersion perfectionnés peuvent réduire de façon significative le coût de séparation du CO_2. Les options de stockage géologique pour le CO_2 actuellement envisagées sont : des aquifères profonds à nappe libre et captive, des puits de pétrole et de gaz épuisés, des couches de houille profondes ainsi que la récupération améliorée du pétrole et du gaz. Les coûts de stockage sont peu élevés (quatre à huit dollars américains par tonne équivalent charbon) par comparaison aux coûts de séparation. Les technologies requises sont adaptables à partir de l'industrie pétrolière et elles comprennent le forage et la réalisation des puits d'injection, la caractérisation des réservoirs souterrains et l'expérimentation des procédures d'exploitation afférentes à l'injection de CO_2 pour la récupération améliorée du pétrole et du gaz. L'infrastructure de pipeline pour le transport du CO_2, y compris la technologie de compression de gaz suivante, est déjà opérationnelle. La gestion du CO_2 permettra l'utilisation continue des combustibles fossiles à prix abordable dans l'économie canadienne.

Délai de commercialisation : de court à long terme (avant 2008 et après 2012).

Capacité d'innovation canadienne

En raison du vaste potentiel de stockage de la masse continentale du Canada à proximité de principales sources stationnaires, en particulier dans l'Ouest canadien, les technologies de stockage offrent pour l'avenir immédiat une occasion importante d'atténuation des GES. Le Canada dispose du plus important groupe de recherche sur la séparation du CO_2 dans le monde (Université de Regina). Une expérience et des capacités solides en matière de R. et D. sur l'évacuation des aquifères et le remplacement du méthane dans les filons de charbon existent à l'*Alberta Research Council* (ARC). CANMET élabore actuellement une technologie de recyclage du O_2/CO_2 pour brûler le charbon et le gaz dans une veine de O_2 afin de produire des gaz d'effluents de CO_2 pur. Des sociétés d'énergie telles que *TransAlta Utilities, Saskatchewan Power, Pan Canadian Petroleum Co., Wascana Energy, Nova Scotia Power, EPCOR* et *Ontario Hydro* soutiennent les efforts de perfectionnement de ces technologies. Du soutien aux programmes est également fourni à la fois par le gouvernement fédéral (p. ex. par l'entremise de PRDE) et par les gouvernements provinciaux.

Potentiel de marché

En raison de la forte capacité actuelle d'innovation au Canada, le développement des technologies d'utilisation et de stockage géologique offre une occasion importante aux entreprises canadiennes de percer le marché étranger. Les coûts de séparation du CO_2 doivent être réduits avant qu'un tel potentiel de marché pour les possibilités de technologies d'utilisation et de stockage géologique puisse être réalisé. Ainsi il existe, au même titre que les technologies d'utilisation et de stockage géologique, un potentiel de marché pour les technologies de séparation du CO_2 en tant que technologie clé.

Obstacles aux débouchés commerciaux

- Les coûts élevés de séparation du CO_2 (30 à 50 de dollars la tonne) avant le stockage.
- Le caractère incertain des coûts de stockage qui pourraient varier de moins de 53 dollars la tonne à plus de 29 de dollars la tonne.
- La structure fiscale.
- La nécessité apparente de CO_2 de grande pureté pour les projets de récupération améliorée du pétrole.
- Des incertitudes en ce qui concerne les volumes disponibles et la capacité des réservoirs.
- L'intégrité à long terme du stockage.
- Les lacunes en ce qui concerne l'infrastructure de pipeline pour le CO_2 et les coûts de transport, particulièrement dans l'Ouest.
- La nécessité d'effectuer des évaluations environnementales pour le stockage souterrain.
- Le Protocole de Kyoto qui ne reconnaît pas le stockage géologique comme puits de CO_2.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

L'attention initiale devrait être portée sur les technologies qui peuvent être profitables sans crédits pour la réduction des GES – R.A.P., R.G.E et technologies clés de séparation.

Infrastructure cognitive

- R. et D. visant à concevoir de meilleurs solvants et une meilleure technologie de séparation.
- Le déploiement d'une technologie qui produit du CO_2 à haute pression.
- R. et D. pour maximiser le stockage du CO_2 et pour comprendre les caractéristiques des réservoirs.
- Réseau de personnes œuvrant au sein de la R. et D. et d'intervenants du secteur privé.
- Un accord bilatéral Alberta - Saskatchewan lié au NRCan.
- Projets pilotes couvrant le cycle de vie p. ex. le stockage dans les filons houillers profonds.

Commercialisation et démonstration
- Essai pilote et projet pilote du captage du CO_2 des centrales électriques.
- Essai pilote et projet pilote du stockage dans les installations de récupération assistée du pétrole et de production améliorée du méthane provenant des gisements houillers.

Climat commercial
- Prix du CO_2 suffisamment bas.

Réseaux
- Créer des réseaux.

Fonds requis : 10 millions de dollars par année (répartis à parts égales entre le gouvernement et l'industrie) pendant 25 ans. Le financement actuel est de l'ordre de trois millions de dollars répartis (???) entre le ARC, CANMET et l'Université de Régina.

CO_2 PROVENANT DE LA PRODUCTION DE CIMENT

Problématique

Le ciment est un mélange de matériaux inorganiques, principalement de la chaux, du sable, de l'alumine, du fer et du gypse. La production de ciment émet du dioxyde de carbone au taux approximatif d'une tonne de CO_2 par tonne de ciment produit. Ce CO_2 résulte en partie de la conversion du calcaire en chaux et en partie des combustibles au carbone utilisés pour alimenter les fours. Des liants hydrauliques supplémentaires tels que les cendres volantes provenant des centrales thermiques alimentées au charbon, des laitiers produits par l'aciérage et autres, peuvent remplacer le ciment, réduisant ainsi les émissions de CO_2 afférentes.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Des matériaux pouzzolaniques tels que les cendres volantes et les scories peuvent être incorporés au béton afin de remplacer le ciment. La plupart des catégories de ciment portland contiennent de 60 à 67 % de chaux en poids. Pour chaque tonne de ciment portland produite, environ 500 kg de dioxyde de carbone est libéré au cours du procédé de grillage visant à dissocier le CO_2 du calcaire ($CaCO_3$) et à produire de la chaux (CaO). Un autre 400 kg est libéré par la combustion des combustibles dans les fours. Afin de réduire les émissions de GES provenant de la production de ciment, des liants hydrauliques supplémentaires telles que des cendres volantes provenant de centrales thermiques alimentées au charbon et de laitiers de haut fourneau provenant d'aciéries peuvent être utilisés au lieu du ciment dans la fabrication du béton. L'addition de ces liants hydrauliques supplémentaires peut se dérouler à la cimenterie ou à la centrale à béton. Dans l'un ou l'autre de ces endroits, l'utilisation de liants hydrauliques supplémentaires entraîne une réduction des émissions globales de CO_2.

Délai de commercialisation : à court terme (avant 2008).

Capacité d'innovation canadienne

RNCan estime que les liants hydrauliques supplémentaires, principalement les cendres volantes, ont répondu à environ 8 % de la demande canadienne en ciment en 1995. Cela signifie l'utilisation d'environ 15 % de la quantité totale de cendres volantes disponibles au Canada. Bien que toutes les cendres volantes ne soient utilisables comme liant hydraulique supplémentaire, il est possible d'accroître l'utilisation de cendres volantes et autres liants hydrauliques supplémentaires. L'utilisation de liants hydrauliques supplémentaires remplace habituellement jusqu'à 25 % du ciment dans un mélange de béton donné. Dans les applications appropriées, (p. ex. le béton de masse dans les fondations, le béton compacté pour les routes) il a été démontré que jusqu'à 60 % du ciment peut être remplacé avec succès, bien que ce niveau de remplacement ne soit pas pratique courante. Parmi les facteurs empêchant une utilisation accrue des liants hydrauliques supplémentaires, on retrouve une réduction de la résistance initiale et de la disponibilité de liants hydrauliques adéquats, la nécessité d'ajouter des plastifiants, ainsi

que les spécifications de l'utilisateur (ou propriétaire). Plusieurs facteurs encouragent toutefois une utilisation plus étendue, notamment une réduction importante de la perméabilité du béton et, par le fait même, une plus grande durabilité de celui-ci ainsi qu'une résistance à long terme élevée. Des universités canadiennes (p. ex. l'Université de Sherbrooke, l'Université du Nouveau-Brunswick) et des laboratoires du gouvernement (p. ex Ressources naturelles Canada) effectuent actuellement de la recherche et développement sur les produits de ciment et de béton. Le Conseil national de recherches du Canada et CANMET participent à de la R. et D. appliquée et CANMET en particulier dispose d'une solide expertise en matière de liants hydrauliques supplémentaires. L'Association canadienne de normalisation, *Levelton Associates, Ortech, Golder* ainsi que d'autres sociétés d'essais de rendement et de matériaux participent également à l'élaboration de la technologie du ciment et du béton.

Potentiel de marché

Les secteurs clés pour des marchés régionaux de matériaux pouzzolaniques sont concentrés en Colombie-Britannique, en Alberta, en Ontario et au Québec avec une part de marché de 85 % de la construction immobilière au Canada. On estime entre 600 et 700 le nombre de fabricants de béton exploitant approximativement 1100 installations à travers le Canada. Le Canada dispose de 18 cimenteries réparties dans six provinces, la majorité de la production étant effectuée en Ontario (40 %) et au Québec (25 %). La plus grande partie du transport international du béton est réalisée en empruntant les voies maritimes à prix abordable (les Grands Lacs, le Fleuve St-Laurent, le littoral du Pacifique). Vingt-cinq centrales thermiques alimentées au charbon sont exploitées par des services publics provinciaux (tels que *Alberta Power, Ontario Power Generation, SaskPower, Nova Scotia Power*, et *New Brunswick Power*) et elles produisent des déchets de cendres volantes. Des fonderies pour métaux ferreux et non ferreux au Canada (telles que *Dofasco, Inco, Noranda*) peuvent fournir des laitiers qui, au même titre que les cendres volantes, peuvent servir de produit de remplacement dans les mélanges de ciment et de béton.

Afin de promouvoir l'utilisation de liants hydrauliques supplémentaires dans le but de réduire le émissions de gaz à effet de serre, la réduction des prix des cendres volantes et des laitiers, leur gratuité ou même des crédits d'impôts pourraient encourager l'incorporation de ces matériaux aux mélanges de ciment et de béton. Des matériaux de substitution peuvent permettre le remplacement à prix abordable du ciment dans le béton. Par exemple, le prix du ciment se situe entre 110 et 130 dollars la tonne tandis que le prix des cendres volantes et des laitiers ne représente que le quart ou la moitié de ce montant, soit 30 à 60 dollars la tonne (prix de l'Ontario en septembre 1998).

Obstacles aux débouchés commerciaux

Les principaux obstacles à une utilisation accrue des liants hydrauliques supplémentaires sont le manque de connaissances quant à leur adéquation (et même de fausses croyances au sujet de leur rendement), l'absence de démonstrations à grande incidence en particulier pour le béton de cendres volantes à volume élevé (contenant 50 % ou plus de

cendres volantes), ce qui permettrait de montrer la faisabilité de cette technologie et enfin, le conservatisme de la part des personnes établissant les spécifications pour les matériaux de construction.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Un certain nombre de défis posés par la réalisation du potentiel d'innovation ont été détectés. Il est possible de surmonter ces obstacles grâce à des efforts concertés de la part des industries utilisatrices et fournisseurs ainsi que de la part de la communauté de recherche. Voici quelques mesures adéquates :

Infrastructure cognitive

Seules quelques questions de recherche et développement subsistent encore. Une d'entre elles est le développement d'un test d'échelonnement des fondants approprié. Le béton de cendres volantes à volume élevé est peu performant lors du test ASTM actuel pour l'échelonnement (c.-à-d. détérioration de la surface) lorsqu'il est en présence de sels de déglaçage. En pratique, le béton de cendres volantes à volume élevé offre toutefois un bon rendement. Il est nécessaire d'étudier les mécanismes actifs dans le test ASTM et d'élaborer un test correspondant mieux à l'usage réel.

Il existe un besoin important et constant de disposer de soutien technique et ce, pour plusieurs raisons. Une d'entre elles est la variation dans les propriétés des liants hydrauliques supplémentaires. Bien que la constitution de ciment puisse varier considérablement, les liants hydrauliques supplémentaires, en particulier les cendres volantes, peuvent varier plus encore. Chaque nouveau mélange de béton doit être soigneusement conçu et testé afin de veiller à ce que les propriétés désirées soient toujours obtenues. En outre, le béton de cendres volantes à volume élevé nécessite le recours aux super-plastifiants comme additifs pour assurer une bonne maniabilité et une grande résistance finale. Une solide expertise technique (p. ex. de CANMET et des fabricants de ces additifs) constitue une condition préalable pour obtenir un bon rendement, en particulier jusqu'à ce que l'utilisation du béton de cendres volantes à volume élevé soit étendue.

Commercialisation et démonstration

Les démonstrations importantes devraient permettre de surmonter les obstacles mentionnés ci-dessus. Ces démonstrations doivent démontrer la faisabilité de cette technologie ainsi que démontrer qu'elle peut être une source de connaissances précises. Cela permettrait aux sélectionneurs de croire en la validité des liants hydrauliques supplémentaires. Les démonstrations appropriées comprennent les routes (préférablement des autoroutes importantes comme la Transcanadienne) construites avec du béton de cendres volantes à volume élevé compacté au rouleau et des édifices « verts » importants. Ceci compléterait les projets d'envergure existants pour l'utilisation de liants hydrauliques supplémentaires, dont le plus connu jusqu'à présent est le Pont de la Confédération reliant l'Île-du-Prince-Édouard au Nouveau-Brunswick.

Climat commercial

La question des spécifications peut être réglée en partie par les connaissances transmises au cours des démonstrations et des séminaires et également par l'exemple donné par le gouvernement fédéral. Tous les immeubles bénéficiant du soutien fédéral partiel ou total devraient exiger en tant que condition que les liants hydrauliques supplémentaires soient utilisés au niveau maximum correspondant au rendement exigé. Des questions telles que des crédits d'impôts pour l'utilisation de liants hydrauliques supplémentaires et, par le fait même, pour la réduction des émissions de dioxyde de carbone devraient également être étudiées.

Réseaux

Des séminaires à travers le Canada, destinés aux collectivités de l'architecture et de la construction, examinant directement la question des connaissances et des articles dans des revues spécialisées et même dans la presse devraient appuyer ces séminaires.

Fonds requis : Un million de dollars par an pendant cinq ans pour les mesures mentionnées dans les rubriques « Infrastructure cognitive » et « Commercialisation et démonstration ». Environ la moitié de ce montant proviendrait des fonds publics et le reste serait fourni par l'industrie.

TECHNOLOGIES PERMETTANT DE CAPTER LE MÉTHANE PROVENANT DES SITES D'ENFOUISSEMENT

Problématique

Les gaz d'enfouissement sont un produit d'origine naturelle résultant de la décomposition anaérobie des déchets organiques dans les lieux d'enfouissement. Il est composé d'environ 50 % de méthane et de 50 % de dioxyde de carbone, qui sont tous les deux des gaz à effet de serre importants. Lorsque brûlé, le méthane est converti en dioxyde de carbone, un gaz qui possède un potentiel de réchauffement de la planète moins élevé. L'élimination des déchets solides à terre représentait 3 % des émissions de gaz à effet de serre du Canada (970 kt de CH4 ou un équivalent de 20 tm de CO2) en 1996.

Les systèmes d'utilisation des gaz d'enfouissement recueillent et purifient le méthane afin qu'il puisse être utilisé comme combustible. En plus de réduire directement le potentiel de GES en utilisant le méthane présent dans les gaz d'enfouissement, le remplacement par le méthane plus propre d'autres combustibles comme le charbon, le mazout, l'huile et l'essence et le diesel réduit de manière importante les émissions de GES.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Il existe deux possibilités de réduire les émissions de GES provenant des sites d'enfouissement, soit l'utilisation de l'énergie et la combustion simple. Dans le premier cas, le méthane présent dans les gaz d'enfouissement est recueilli et traité pour utilisation en tant que combustible dans plusieurs secteurs de l'énergie. Le méthane de faible énergie peut servir pour le chauffage à proximité ou sur le site. Le méthane de moyenne énergie peut servir à produire de l'électricité, de préférence dans les systèmes de cogénération offrant des rendements énergétiques plus élevés. Le méthane à haute énergie peut être injecté dans les pipelines locaux ou il peut être comprimé ou liquéfié afin de servir de combustible de transport.

Avant que le méthane ne puisse être utilisé comme combustible, il doit être recueilli et traité pour le débarrasser des particules, de l'eau, des composés corrosifs et autres impuretés. Pour ce faire, plusieurs techniques peuvent être employées, mais elles ne sont habituellement rentables que dans les sites d'enfouissement importants (ceux possédant plus de trois MMscfd de gaz d'enfouissement). Les technologies de séparation du CO_2 comprennent le lavage du gaz à l'amine, l'absorption du méthanol à froid, l'absorption modulée en pression et les membranes et tamis moléculaires.

L'évolution de la technologie utilisant la capacité de dissolution du CO_2 et la liquéfaction et purification cryogéniques s'annonce très prometteuse en ce qui concerne la réduction du coût de la séparation en vrac des gaz d'enfouissement propres. Davantage de R. et D. et de démonstrations pour des prototypes commerciaux sont nécessaires afin de diminuer le coût de ces technologies de traitement des gaz d'enfouissement. L'importance de ces technologies en évolution réside dans leur capacité à convertir les gaz d'enfouissement en

une forme d'énergie à plus grande valeur qui peut être utilisable dans divers secteurs afin de remplacer des combustibles émettant de plus grandes quantités de GES.

La deuxième possibilité existante permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant des sites d'enfouissement est de brûler le méthane contenu dans les gaz d'enfouissement non traités dans une torche sans récupération d'énergie. Bien que cette solution soit simple et qu'elle n'entraîne que des obligations financières limitées pour les propriétaires et exploitants de sites d'enfouissement, elle ne permet pas de réduire les émissions car elle ne remplace pas d'autres combustibles et elle ne crée aucune richesse pour le Canada par la conversion des gaz d'enfouissement en combustible de grande valeur.

Les avantages complémentaires à la capture du méthane provenant des lieux d'enfouissement peuvent comprendre l'écoulement des effluents, la vente des sous-produits du sol et une diminution des odeurs, de la pollution des eaux souterraines et des émissions de composés organiques volatils et des émissions toxiques.

Délai de commercialisation : à court terme (jusqu'en 2008).

Capacité d'innovation canadienne

Très peu d'entreprises canadiennes œuvrent dans le domaine de la vente des produits et services pour le prélèvement et l'utilisation des gaz d'enfouissement. Les entreprises travaillant dans ce secteur ne se consacrent habituellement pas exclusivement aux affaires liées aux gaz d'enfouissement car la demande pour de nouveaux systèmes destinés aux sites d'enfouissement est très limitée. Des sociétés canadiennes distribuent en grande partie des produits conçus et fabriqués aux États-Unis, au Japon ou en Europe.

Potentiel de marché

Le potentiel de marché pour des sociétés canadiennes en ce qui concerne les technologies des gaz d'enfouissement et leur commercialisation au pays ou à l'étranger est important. Les petites et moyennes entreprises ont besoin d'un soutien financier pour pénétrer le marché et elles doivent disposer d'occasions de réaliser des expériences-témoins.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Voici les obstacles à la mise sur pied et aux ventes à l'échelle nationale et internationale :

- Les occasions de faciliter des expériences-témoins manquent.
- Des possibilités de raccordement au réseau et de facturation nette manquent.
- L'absence de réseaux entre les fournisseurs et les utilisateurs.
- Le coût élevé de la technologie pour les sites d'enfouissement plus petits.
- La difficulté d'obtenir des capitaux, en particulier pour les petites et moyennes entreprises.
- Le manque d'expérience au niveau international.

- La lourdeur du processus d'émission de permis provincial.
- Le manque de personnes possédant l'ensemble de compétences appropriées (c.-à-d. en biotechnologie).
- Des questions de sécurité.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Un certain nombre de défis posés par la réalisation du potentiel d'innovation de cette technologie ont été détectés. Ils doivent être confirmés et un guide technologique doit être élaboré. Les industries qui fournissent et utilisent cette technologie de même que la communauté de recherche possédant des compétences dans ce secteur doivent intervenir dans un tel processus. Voici une liste suggérée de mesures potentielles pour accroître l'innovation.

Infrastructure cognitive
- Connaissances de l'équipement et des procédures de sécurité nécessaires.
- Des fonds pour la R. et D. sont nécessaires dans les universités afin d'encourager le développement de nouvelles idées.

Commercialisation et démonstration
- Les petites et moyennes entreprises doivent profiter d'un accès à des capitaux.

Climat commercial
- Déréglementation du secteur de l'électricité.
- Crédits d'impôt pour les nouveaux développements commerciaux en matière de combustibles à plus faible émission de GES.
- Fournir un rendement sur les investissements faits par des personnes dans des entreprises qualifiées qui réduisent les GES et produisent de la richesse exempte d'impôts pour le Canada.

Réseaux
- L'engagement des gouvernements au niveau municipal est nécessaire.

Réseaux des marchés
- Un soutien aux occasions de réseautage entre les fournisseurs et les utilisateurs est requis.
- Un accès plus grand aux programmes d'information et de sensibilisation est nécessaire.
- Mesures incitatives pour l'utilisation du GNL comme combustible pour véhicules lourds.

Ressources humaines
- Programmes ciblés de formation en commerce international.
- Augmentation du nombre de cours basés sur la micro-bioingénierie.
- Programmes de bourses d'études pour le deuxième cycle dans les domaines ciblés qui permettront de réduire les GES.

Fonds requis : Un million de dollars par année pour les dix prochaines années, montant réparti entre le gouvernement fédéral (50 %), les gouvernements provinciaux (25 %) et le secteur privé (25 %).

MÉTHANE PROVENANT DE L'UTILISATION DU FUMIER

Problématique

La digestion anaérobie du fumier de bétail représente une technologie permettant de capturer les émissions de méthane provenant des déchets animaux organiques afin qu'elles soient utilisées comme combustible ou pour produire de l'électricité, permettant ainsi d'atténuer les émissions de dioxyde de carbone dans les exploitations agricoles et les centrales à combustible fossile. Le méthane, lorsqu'il sert de combustible, est converti en dioxyde de carbone possédant un potentiel de réchauffement du globe beaucoup moins élevé. L'utilisation du fumier représentait 0,7 % des émissions de gaz à effet de serre du Canada (210 kt de CH4 ou un équivalent de 4,4 tm de CO2) en 1996. La technologie de digestion anaérobie pourrait permettre de réduire d'environ 30 % les émissions de CH4 provenant du fumier au Canada.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Les trois principaux types de digestion anaérobie sont : (i) l'écoulement à bouchon, (ii) les systèmes à mélange intégral, (iii) les lagunes couvertes. Les digesteurs pistons sont des unités d'écoulement à volume constant qui décomposent le fumier à haute teneur en solide (>11%) provenant des fermes laitières. Les digesteurs à mélange intégral sont des réservoirs chauffés dont le contenu est mélangé mécaniquement et qui décomposent le fumier porcin et le purin d'étable (contenant entre 3 et 8 % de solides) pour produire des biogaz et des effluents stabilisés de manière biologique. Les digesteurs des lagunes couvertes contiennent un recouvrement imperméable placé à la surface du bassin de stockage et de traitement du fumier.

Les digesteurs anaérobies sont utilisés depuis de nombreuses années dans les secteurs des eaux usées municipales et agro-alimentaires. Leur utilisation n'est pas encore étendue dans le domaine du fumier. Plusieurs exploitations agricoles canadiennes ont installé des digesteurs anaérobies entre la fin des années soixante-dix et le début des années quatre-vingt mais ils ont connu peu de succès à l'époque et ce, en raison du stade de développement peu avancé de cette technologie. À l'heure actuelle, ils ne sont utilisés par aucune exploitation agricole au Canada et seulement 25 d'entre eux sont utilisés aux États-Unis.

Un des principaux avantages des digesteurs anaérobies (en dehors d'une réduction des émissions de méthane) est le fait qu'ils produisent des quantités importantes de biogaz pouvant servir de source d'énergie dans les exploitations agricoles. Les digesteurs anaérobies peuvent en outre accroître les revenus de l'exploitation agricole, revenus générés par la vente des sous-produits du fumier, tels que amendements des sols et activateurs de compost. La récupération du méthane diminue également les odeurs désagréables et aide à diminuer la possibilité de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines.

Délai de commercialisation : à court terme (jusqu'en 2008).

Capacité d'innovation canadienne

Seulement cinq entreprises canadiennes élaborent des systèmes de traitement anaérobie. Il s'agit de *ADI Systems Inc.* à Fredericton (Nouveau-Brunswick), *Aquasol Technologies Inc.* d'Edmonton (Alberta), *NovaTec Consultants Inc.* de Vancouver (Colombie-Britannique), *Atara Corporation* de Saint-Laurent (Québec) et de *Apollo Environmental Systems Corporation* de North York (Ontario).

Agriculture et Agro-alimentaire Canada (AAC) est la principale organisation au Canada effectuant de la recherche et développement en ce qui a trait au contrôle des émissions de CH4 provenant du fumier de bétail. AAC dispose de 18 centres de recherche au Canada et cinq d'entre eux œuvrent dans le domaine de l'utilisation du fumier. Outre l'AAC, un certain nombre d'universités et de collèges, notamment McGill, Guelph, l'Université du Manitoba et le Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse effectuent de la recherche sur l'utilisation du fumier.

Abstraction faite des projets pilotes, le marché des digesteurs anaérobies au Canada demeure à toutes fins utiles inexploité. La même situation prévaut aux États-Unis où la *Environmental Protection Agency* (EPA) estime que jusqu'à 3000 fermes laitières et porcines pourraient bénéficier des technologies de récupération du méthane comme les lagunes couvertes. La taille réduite des fermes canadiennes et les températures plus froides comparées aux États-Unis ont une incidence importante sur l'aspect économique du déploiement de tels systèmes au pays.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Voici les obstacles à la mise sur pied et aux ventes à l'échelle nationale et internationale :

- Le manque de disponibilité des systèmes clés en main.
- L'utilisation de tels systèmes nécessite une formation technique.
- Les basses températures hivernales.
- Le manque d'information et d'expertise.
- Le manque d'occasions permettant d'alimenter un réseau avec cette énergie.
- L'absence de réseau entre les fournisseurs et les utilisateurs.
- Le coût encore élevé de cette technologie.
- La difficulté d'obtenir des capitaux provenant des agriculteurs.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Un certain nombre de défis posés par la réalisation du potentiel d'innovation de cette technologie ont été désignés. Ils doivent être confirmés et une feuille de route doit être élaborée. Les industries qui fournissent et utilisent cette technologie de même que la communauté de recherche possédant des compétences dans ce secteur de la technologie doivent intervenir dans un tel processus. Voici une liste suggérée de mesures potentielles pour accroître l'innovation.

Commercialisation et démonstration
- Les petites et moyennes entreprises doivent bénéficier d'un accès à des capitaux.

Climat commercial
- Déréglementation du secteur de l'électricité.

Réseaux des marchés
- Un soutien aux occasions de réseautage entre les fournisseurs et les utilisateurs est requis.
- Un accès plus grand aux programmes d'information et de sensibilisation est nécessaire.

Ressources humaines
- Programmes de formation opérateur pour les agriculteurs.
- Programmes internationaux ciblés en commerce international.

Fonds requis : Un million de dollars par année pour les dix prochaines années, montant réparti entre le gouvernement fédéral (50 %), les gouvernements provinciaux (25 %) et le secteur privé (25 %).

DIGESTION ANAÉROBIE DES RÉSIDUS URBAINS

Problématique

La technologie de digestion anaérobie pour les résidus urbains solides permet d'accélérer, dans des conditions contrôlées, les processus naturels qui se déroulent dans un site d'enfouissement. Le méthane récupéré devient une énergie renouvelable. La mise en décharge de déchets solides représentait plus de 3 % des émissions de GES au Canada (970 kt de CH4 ou un équivalent de 20 tm of CO2) en 1996.

Vue d'ensemble et situation actuelle

La digestion anaérobie des résidus urbains est employée depuis un bon moment en Europe, soit depuis qu'une interdiction des sites d'enfouissement pour déchets organiques a été instituée. La nouvelle réglementation au Canada relativement à la protection des eaux souterraines et des ressources atmosphériques a grandement augmenté le coût global d'implantation et de construction de nouveaux sites d'enfouissement ainsi que leur entretien à long terme.

En plus d'accélérer l'élimination des résidus urbains, la digestion anaérobie récupère le méthane produit. Des revenus potentiels peuvent être réalisés par la vente de l'électricité et des amendements des sols semblables au compost. Parmi les avantages complémentaires, on retrouve une diminution du besoin d'épandage et d'incinération, réduisant ainsi le rejet dans l'air et dans les eaux souterraines et fournissant des crédits additionnels du CO_2 pour le remplacement des combustibles fossiles.

La *Environmental Protection Agency* aux États-Unis a conclu que la plus importante source artificielle de CH4 entrant dans l'atmosphère provient des résidus urbains contenus dans les sites d'enfouissement. Une étude des options de gestion des résidus urbains (Environnement Canada) a conclu que la digestion anaérobie avec récupération d'énergie est plus efficace pour réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre dans l'atmosphère que toute autre option de traitement des résidus urbains générique (recyclage, compostage, incinération, enfouissement, pyrolyse, fermentation, etc.)

Délai de commercialisation : à court terme jusqu'en 2008 – les principaux centres urbains (p. ex. Toronto, Montréal) ont presque épuisé leurs sites d'enfouissement. Des mesures incitatives visant à encourager cette technologie de déviation des déchets sont nécessaires avant que de grands sites d'enfouissement ne soient implantés.

Capacité d'innovation canadienne

Conseil national de recherches du Canada – R. et D.

Groupe de génétique de l'environnement de l'Université du Manitoba – R. et D.

L'entreprise canadienne *Eastern Power Ltd.* et sa société affiliée, *Super Blue Box Recycling Corp.*, a conçu un procédé de digestion anaérobie amélioré appelé SUBBOR, qui permet une digestion plus complète des résidus urbains, l'enlèvement des métaux lourds et une récupération maximale du méthane contenu dans les résidus urbains et ce, presque sans aucun besoin d'enfouissement. Cette technologie brevetée offre des résultats supérieurs aux concurrents européens en relation avec le rendement énergétique et la récupération des métaux. Les résultats de recherche indiquent qu'il est possible de réaliser des réductions de 2,8 t de CO2 pour chaque tonne de résidus urbains traitée par rapport à l'option d'enfouissement (une réduction potentielle de 90 tm pour le Canada).

L'Université de Guelph collabore actuellement avec la *Eastern Power* à des produits de digestion destinés à l'agriculture (R. et D. et formation des diplômés).

Potentiel de marché

Cette technologie présente d'importants débouchés pour les fournisseurs de services, d'équipement et construction.

Obstacles aux débouchés commerciaux (classés par ordre de priorité)

Voici les obstacles à la mise sur pied et aux ventes à l'échelle nationale et internationale :

- Aucune démonstration publique permettant de démontrer la faisabilité technique et économique de cette nouvelle technologie n'a été faite.
- L'acceptation continue de l'enfouissement (aucune restriction planifiée pour les déchets organiques).
- Des redevances de déversement peu élevées dans certaines juridictions.
- Piètres économies d'échelle pour les petites communautés ou celles qui sont éloignées.
- *Technologies concurrentes telles que la récupération et le recyclage, l'incinération, la fermentation, la pyrolyse afin de produire du mazout et la gazéification pour produire des gaz combustibles.*
- Le manque d'information et d'expertise.
- Manque de possibilités de raccordement au réseau et de facturation nette.
- L'absence de réseaux entre les fournisseurs et les utilisateurs.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Un certain nombre de défis posés par la réalisation du potentiel d'innovation de cette technologie ont été désignés. Ils doivent être confirmés et une feuille de route doit être élaborée. Les industries qui fournissent et utilisent cette technologie de même que la communauté de recherche possédant des compétences dans ce secteur de la technologie doivent intervenir dans un tel processus. Voici une liste suggérée de mesures potentielles pour accroître l'innovation :

Infrastructure cognitive

- La reconnaissance par les gouvernements fédéral et provinciaux des avantages de cette technologie et une vérification des résultats et des crédits octroyés pour les réductions de GES. Ateliers avec les municipalités afin de fournir de l'information au cours d'un forum non commercial. Une approche intégrée de la planification qui encourage également les nouvelles technologies.

Commercialisation et démonstration

- Le Canada a besoin d'une démonstration commerciale à grande échelle (Toronto, Montréal, etc.) où plus de 250 000 tonnes de résidus urbains peuvent être traités par année. Cela a pour but d'instaurer la technologie a une échelle similaire aux installations européennes et de démontrer des solutions de rechanges concurrentielles aux méthodes à haut volume conventionnelles (sites d'enfouissement, incinération). Cette technologie offre la possibilité de se lier au programme de financement des infrastructures des municipalités.

Climat commercial

- Déréglementation du secteur de l'électricité.
- Achat de l'énergie renouvelable par les services publics.
- Introduction de mesures de dissuasion pour l'élimination des déchets organiques.

Réseaux

- Un soutien aux occasions de réseautage entre les fournisseurs et les utilisateurs est requis.
- Un accès plus grand aux programmes d'information et de sensibilisation est nécessaire.
- Reconnaissance par le Programme de vérification des technologies environnementales (VTE) de cette technologie respectueuse du climat, en lien avec les programmes de vérification américains.

Ressources humaines

- Un nombre plus important de cours traitant de micro-bioingénierie sont nécessaires.
- Possibilité de formation de diplômés par l'entremise de programmes industriels, en collaboration avec l'Université de Guelph, etc.

Fonds requis : financement partiel pour la première démonstration à grande échelle (cinq millions de dollars).

OXIDE NITREUX (N_2O) PROVENANT DES FERTILISANTS

Problématique

Les technologies ou pratiques de gestion visant à réduire les émissions de N_2O causées par l'application de fertilisants peuvent être utilisées pour réaliser la séquestration à court terme. Cela comprend les pratiques de gestion des fertilisants; les inhibiteurs de nitrification, la gestion des eaux d'irrigation, l'agriculture biologique et le changement de fertilisants. Les sols agricoles comptaient pour 4,5 % (100 kt de N2O ou l'équivalent de 30 tm de CO2) des émissions du Canada en 1996.

Vue d'ensemble et situation actuelle

La gestion des fertilisants suppose de faire correspondre le fertilisant minéral aux besoins des cultures. En utilisant le fertilisant correspondant aux besoins des cultures, la demande décroît, entraînant à son tour une diminution des émissions de N_2O. Cela comprend, sans toutefois y être limité, des activités comme l'utilisation des trousses d'analyse pour l'azote afin de faire correspondre de la manière la plus exacte possible les besoins des cultures à l'apport en nutriments; ou d'examiner attentivement la fréquence, le moment et la mise en place appropriée des applications de fertilisants. Les inhibiteurs de nitrification sont des produits chimiques appliqués avec les fertilisants qui permettent de ralentir le processus de nitrification et, par le fait même, le rejet des émissions de N_2O. La gestion de l'eau peut réduire les émissions de N_2O en empêchant l'engorgement (c.-à-d. l'épuisement d'oxygène) des solides et en réduisant le lessivage des nitrates dont certains d'entre eux peuvent par la suite être convertis en N_2O. Parmi les avantages complémentaires, on retrouve une amélioration de la qualité et de la conservation de l'eau.

L'agriculture biologique n'utilise pas les fertilisants à base d'azote. La rotation des cultures permets aux agriculteurs d'obtenir une libération plus lente de l'azote qui est répartie sur toute la saison de croissance en comparaison avec les fertilisants qui offrent une libération importante d'oxydes nitreux tout de suite après l'application de fertilisants. Ces systèmes comptent sur l'apport d'azote provenant des légumes et du fumier, qui peuvent générer de grandes quantités de N_2O. La substitution de fertilisants comprend le remplacement de fertilisants à ammoniac anhydre par des fertilisants émettants moins de N_2O, tels que l'urée, le sulfate d'ammonium, le nitrate d'ammonium, les solutions azotées et le nitrate ammoniacal de calcium. L'industrie agricole a démontré qu'il est possible de remplacer les fertilisants à base d'azote entre eux. Certains scientifiques ont toutefois commencé à mettre en doute la validité de cette substitution.

Chacune de ces technologies et pratique de gestion offre des avantages économiques aux agriculteurs et elles peuvent être adaptées par la communauté agricole en général. Des projets pilotes et des programmes de sensibilisation faciliteraient la transition des pratiques de fertilisation actuelles à des pratiques émettant moins de N_2O.

Délai de commercialisation : à court terme (jusqu'en 2008).

Capacité d'innovation canadienne

Agriculture et Agro-alimentaire Canada (AAC) a réalisé un nombre important de recherches en ce qui a trait aux émissions de N_2O provenant des fertilisants et des sols en général au cours des cinq dernières années. L'AAC et plusieurs universités canadiennes ont déjà fait la preuve que certaines des technologies et pratiques de gestion sont prometteuses (soit l'agriculture de précision, les inhibiteurs de nitrification, les engrais à libération lente). On s'attend à ce que le financement de la recherche pour des projets futurs soit moins important que dans les années passées. Les recherches effectuées jusqu'à présent ont démontré que des avantages économiques nets sont obtenus par l'utilisation de ces technologies et pratiques de gestion. On doit encourager les agriculteurs canadiens à mettre à l'essai ces technologies et pratiques de gestion afin qu'ils puissent reconnaître les avantages économiques découlant de leur mise en place.

Il existe pour les agriculteurs canadiens un marché potentiel important pour la mise en place de ces technologies et pratiques de gestion et pour ensuite les commercialiser à l'étranger.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Voici les obstacles à la mise sur pied et aux ventes à l'échelle nationale et internationale :
- Le niveau de sensibilisation des agriculteurs en ce qui concerne l'utilisation des technologies de rechange et des pratiques de gestion améliorées.
- Le manque d'occasions de montrer ces technologies et pratiques de gestion améliorées.
- Les lacunes en matière de partage de l'information et de réseaux entre les utilisateurs et les fournisseurs.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Un certain nombre de défis posés par la réalisation du potentiel d'innovation de cette technologie ont été détectés. Ils doivent être confirmés et une feuille de route doit être élaborée. Les industries qui fournissent et utilisent cette technologie de même que la communauté de recherche possédant des compétences dans ce secteur de la technologie doivent intervenir dans un tel processus. Voici une liste suggérée de mesures potentielles pour accroître l'innovation.

Infrastructure cognitive
- Élaborer des moyens efficaces d'utiliser l'azote contenu dans le fumier de ferme de manière à ce qu'il ne soit pas libéré sous forme de N_2O.

Commercialisation et démonstration
- Essais pilotes et démonstrations témoins pour les fertilisants et pratiques de gestion.

Réseaux

- Créer des occasions de réseautage entre les utilisateurs et fournisseurs, les secteurs académique et privé et le gouvernement.
- Fournir des programmes de sensibilisation et d'information aux utilisateurs et fournisseurs.

Réseaux des marchés

- Soutenir les occasions de réseautage entre les utilisateurs et fournisseurs.

Fonds requis : Un million de dollars par année pour les dix prochaines années, montant réparti entre le gouvernement fédéral (50 %), les gouvernements provinciaux (25 %) et le secteur privé (25 %).

HYDROGÈNE

Problématique

L'hydrogène est un vecteur énergétique non fondé sur le carbone, qui peut servir à alimenter les véhicules de transport, à fournir de la chaleur industrielle pour les procédés industriels, à répondre aux besoins domestiques en chauffage par le biais de la cogénération ou des systèmes de récupération de la chaleur, à répondre aux besoins commerciaux et domestiques en matière de cuisson ainsi qu'à alimenter les centrales pour la production électrique centralisée, distribuée ou portative.

Vue d'ensemble et situation actuelle

L'hydrogène, comme vecteur énergétique et combustible de transport et servant à d'autres usages, offre une technologie d'atténuation permettant une grande réduction à long terme, en particulier si la production est basée sur des sources renouvelables de combustible non fossile telles que l'électricité, la biomasse et les déchets solides renouvelables ou sur de l'énergie renouvelable non fossile telle que la fission nucléaire. Les méthodes de production comprennent l'électrolyse et la photoélectrolyse de l'eau, la pyrolyse et la gazéification de la biomasse ainsi que les techniques photobiologiques. Si de l'hydrogène est fait à partir de sources d'énergie contenant du carbone telles que l'électricité basée sur les combustibles fossiles ou par le reformage à la vapeur des gaz naturels, le CO_2 apparaît sous forme de sous-produit concentré devant être séquestré.

Des systèmes de stockage de l'hydrogène légers ont été conçus pour le stockage sécuritaire de l'hydrogène comprimé et de l'hydrogène liquide. Les autres technologies de stockage d'hydrogène, qui nécessitent des recherches continues, sont des hydrures métalliques, l'adsorption gaz sur solide (y compris les nanotubes au charbon) et les microsphères en verre. L'hydrogène permet d'emmagasiner l'énergie et de la distribuer au besoin à un coût beaucoup moins élevé que la transmission électrique lorsqu'elle est en grande quantité et qu'elle doit être transportée sur de longues distances. L'hydrogène est utilisé pour les petites applications industrielles et en tant que charge d'alimentation dans l'industrie du raffinage et de la fertilisation ainsi que dans les industries chimiques et alimentaires. Son utilisation en remplacement des combustibles fossiles dans le domaine du transport (piles à combustible pour alimenter les véhicules électriques possédant des moteurs à combustion interne et des groupes moto-propulseurs électriques) et dans le cadre d'applications stationnaires telles que des systèmes de production d'électricité à distance est encore toutefois limitée aux démonstrations.

L'hydrogène est déjà utilisé dans les moteurs disposant d'une pile à combustible des véhicules prototypes (autobus et véhicules urbains et suburbains). L'hydrogène peut également servir dans les moteurs à combustion interne et permettre des réductions importantes des émissions de gaz à effet de serre et ce, sans aucun dioxyde de carbone, si l'hydrogène est produit à partir d'une source d'énergie renouvelable ou durable. L'hydrogène s'avère la solution de remplacement la plus propre pour les générateurs d'électricité à moteur diesel dans des applications stationnaires dans les endroits éloignés

et la plus logique si elle est utilisée conjointement avec l'énergie éolienne ou l'hydroélectricité. Si l'on développe davantage les technologies nécessaires, il est possible d'atteindre l'autosuffisance énergétique dans les endroits éloignés ayant la chance de posséder des sources d'énergie renouvelables in situ en employant l'hydrogène et l'électricité comme deux seuls vecteurs énergétiques. Les technologies nécessaires sont actuellement en cours de développement.

Délai de commercialisation : de moyen à long terme (de 2008 jusqu'après 2012).

Capacité d'innovation canadienne

Le potentiel ultime de réduction des GES serait énorme advenant le cas où l'hydrogène remplacerait de façon importante les combustibles fossiles en tant que vecteur énergétique, bien que le cycle de vie complet doive être pris en considération. La R. et D. effectuée au Canada a été coordonnée par le NRCan (PRDE et le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET) et le Conseil national de recherches du Canada. Des programmes importants de R. et D. ayant trait à l'hydrogène existent à l'Institut de recherche sur l'hydrogène à Trois-Rivières, l'Université of Victoria, l'Université de Toronto, l'Université McGill, *Powertech Labs* (Vancouver), *Armstrong Monitoring* (Ottawa) et à *Tektrend International* (Montréal). L'utilisation de l'hydrogène pour la valorisation des sables bitumineux en charges d'alimentation acceptables pour la raffinerie fait actuellement l'objet d'une étude au Centre national des technologies de valorisation à Devon en Alberta.

Stuart Energy Systems exploite des installations de recherche à Toronto et à Grand-Mère au Québec. Les autobus circulant à Vancouver utilisent un générateur électrolytique d'hydrogène construit par *Stuart Energy Systems* afin de fournir de l'hydrogène pur aux piles à combustible fournies par *Ballard Power Systems*. Cela représente la première démonstration canadienne d'un cycle du combustible à émission zéro puisque l'hydroélectricité sert à produire l'hydrogène alimentant les piles à combustible.

Dynetek Industries Ltd. (Calgary) élabore actuellement des réservoirs de stockage composites pour l'hydrogène comprimé. Ils sont utilisés dans tous les autobus à piles à combustible de Ballard et dans l'automobile prototype Ford P2000, de même que dans environ 16 autres pays. Les cylindres de *Dynetek* sont les conteneurs homologués pour l'hydrogène comprimé les plus légers du monde. L'Institut de recherche sur l'hydrogène (Trois-Rivières) travaille sur le stockage de l'hydrogène dans des matériaux carbonés.

H2T/Hydro-Québec (Montréal) continue à concevoir des systèmes d'hydrogène, notamment le transport de l'hydrogène liquide sur de grandes distances. *GL&V Hydrogen Technologies Inc.*, située à Montréal, conçoit des systèmes d'électrolyse de l'eau sous pression.

Potentiel de marché

En raison de l'intérêt pour les piles à combustible dans le secteur du transport et de la déréglementation de la production d'électricité, il existe maintenant des débouchés viables de production électrolytique de l'hydrogène dans plusieurs pays. Par conséquent, le déploiement de l'hydrogène dans l'économie, le potentiel de marché au pays et à l'étranger des technologies de l'hydrogène est considéré comme variant de moyen à important. Par exemple, *Stuart Energy Systems* travaille actuellement à mettre sur pied un dispositif personnel à l'hydrogène que la *Ford Motor Company* (États-Unis) mettra à l'essai conjointement avec son prototype de véhicule à pile à combustible P2000 et ce, gratuitement. Ces dispositifs de ravitaillement en hydrogène peuvent également être utilisés avec les moteurs à combustion interne et ils pourraient être situés à la station-service et utilisés pour l'exploitation d'un petit parc automobile, etc. Le générateur électrolytique d'hydrogène à Vancouver pour le ravitaillement des piles à combustibles des autobus peut être utilisé pour les parcs de véhicules plus grands, etc. Par conséquent, le potentiel de vente des technologies de l'hydrogène semble grand.

Obstacles aux débouchés commerciaux

- Le coût élevé de l'électricité dans certains endroits lorsqu'il est produit par électrolyse de l'eau.
- Le rendement faible lorsqu'il est produit à partir de sources non électrolytiques (p. ex. le reformage par vapeur des gaz naturels).
- Le manque d'infrastructures auxiliaires pour le stockage et la distribution.
- La capacité de stockage des véhicules.
- La perception du public en ce qui a trait à la sécurité.
- Le manque de concurrence en ce qui concerne l'approvisionnement énergétique.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive
- Effort accru en recherche et développement.

Commercialisation et démonstration
- Démonstration de la technologie d'électrolyse de *Stuart Energy Systems.*
- Démonstration du reformage plus efficace des combustibles fossiles.
- Démonstration de la production à partir de la pyrolyse et de la gazéification de biomasse.

Climat commercial
- Effort accru dans le développement de normes et codes (au niveau national et international).
- Rationalisation des codes, normes et pratiques actuels qui empiètent sur les nouvelles technologies d'hydrogène.

Réseaux
- Réseaux et partenariats améliorés entre les parties intéressées.

Réseaux des marchés
- Détection et mise en place d'occasions d'utiliser l'hydrogène tant au niveau national qu'international.

Ressources humaines
- Programmes de formation visant à utiliser les technologies en émergence avec une attention spéciale portée à la sécurité.

Fonds requis : 10 millions de dollars par année provenant des gouvernements relevés d'un montant équivalent provenant de l'industrie. Indépendamment de cette somme, d'importants acteurs de l'industrie (*Dynetek, Electrolyser/Stuart*) pourront investir dans la commercialisation et le marketing à raison de plusieurs dizaines de millions de dollars.

TECHNOLOGIES DE DÉVELOPPEMENT

Problématique

Les technologies de développement aident à améliorer l'efficacité de la production, de la transmission et de l'utilisation de l'énergie dans une vaste gamme de secteurs industriels. Des exemples comprennent les électrotechnologies, les nouveaux matériaux, les catalyseurs, les biotechnologies et les technologies de stockage.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Électrotechnologie fait référence à un système ou à une pièce d'équipement employant l'électricité pour fabriquer ou transformer des matières premières en des produits intermédiaires ou finis. Ce terme désigne une catégorie étendue et englobe plus de trente technologies différentes, notamment les entraînements de moteur, l'électrolytique, la chaleur industrielle et les technologies de cuisson et de séchage. Les électrotechnologies conçues pour des applications de chaleur industrielle comprennent les arcs électriques, les plasmas, l'induction, la résistance et les lasers pour températures élevées et les micro-ondes, les radio-fréquences, les infrarouges, les pompes à chaleur, les membranes, l'électrosynthèse et l'ultraviolet pour les basses températures. Une autre catégorie d'électrotechnologies est la production d'électricité à l'aide de matériaux spécialisés, notamment la conversion pyroélectrique et thermoélectrique de la chaleur industrielle résiduelle en électricité.

Les matériaux perfectionnés comprennent les nouveaux matériaux, les composites ou les techniques de fabrication élaborés pour créer ou améliorer la propriété physique désirée. Parmi les exemples, on trouve les matériaux légers tels que les matériaux composites, l'aluminium et le plastique pour les véhicules de transport, les matériaux d'une grande résistance à la température pour les réacteurs nucléaires ou les véhicules spatiaux, les composites solides et légers pour les ailettes des éoliennes, les techniques de fabrication permettant de produire à faible coût des semi-conducteurs.

Les catalyseurs sont des substances qui diminuent l'énergie requise ou augmentent le taux de production d'une réaction chimique sans être eux-mêmes consumés. Les catalyseurs aident à la production de produits chimiques et de combustibles et ils sont employés dans la production de presque 20 % de tous les biens de consommation. Les catalyseurs perfectionnés offrent des améliorations dans les domaines de l'exploitation de l'environnement, la productivité, la cinétique de la réaction, la spécificité et la durée.

Les biotechnologies peuvent être employées pour remplacer les procédés chimiques, réduisant ainsi l'utilisation des combustibles fossiles et des charges d'alimentation chimiques. Parmi les exemples, on trouve :

- Les procédés bio-catalytiques employés dans des conditions douces pour remplacer les procédés énergivores.

- La biomasse en tant que charge d'alimentation non pétrolière (c.-à-d. produit de remplacement) pour produire des produits chimiques industriels et de l'hydrogène.
- Les procédés et produits dans lesquels la biotechnologie permet de diminuer indirectement l'utilisation des combustibles fossiles dans le secteur non énergétique.

Les technologies de stockage servent à stocker temporairement de l'énergie (p. ex. stockage thermique ou chimique), de l'électricité (p. ex. batteries, pompage d'eau, air comprimé, aimants supraconducteurs, supercondensateurs), ou de la puissance mécanique (p. ex. volants d'inertie).

D'autres exemples des technologies ou outils transversaux comprennent l'analyse des systèmes, la modélisation, la conception et la simulation (p. ex. les coûts et impacts du cycle de vie et l'optimisation des procédés), les capteurs et contrôles perfectionnés, l'intelligence artificielle et les technologies de séparation à faible énergie (p. ex. membranes). Ces technologies ne seront pas abordées dans ce texte.

Délai de commercialisation : à court, moyen et long terme.

Capacité d'innovation canadienne

Le nombre de fournisseurs et de recherches réalisées au sujet des électrotechnologies au pays est limité. En fait, le Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies est le plus important laboratoire de recherche, développement et démonstration travaillant sur l'électrotechnologie au Canada. D'autres acteurs sont également actifs dans ce domaine : d'autres installations, des universités et des organismes de recherche.

La capacité technologique canadienne est significative en ce qui concerne la conception de nouveaux matériaux destinés au secteur de l'automobile. La recherche est axée sur les matériaux légers comme les matières premières plastiques et les produits finis légers et les alliages de fonderie d'aluminium léger et de magnésium. L'institut de recherche de la Colombie-Britannique est l'un des joueurs dans ce domaine.

Au Canada, un certain nombre d'organismes effectuent actuellement de la recherche et développement dans le domaine de la catalyse. Le Centre national des technologies de valorisation est né d'une alliance de recherche entre le Canada et l'Alberta afin de faire avancer les technologies de conversion du pétrole lourd et des sables bitumineux en produits à valeur ajoutée et en particulier, les combustibles de transports. Le Centre national des technologies de valorisation répond à un besoin crucial du secteur de l'énergie au Canada en fournissant des essais spécialisés d'hydrotraitement sous forme d'opérations clés en main aux utilisateurs de la catalyse. Un autre centre d'expertise en matière de catalyse réside dans le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET. Ce centre effectue la recherche et développement sur la catalyse pour la réduction des émissions et le développement de procédés de conversion efficaces du point de vue du carbone et de l'énergie (p. ex. la technologie de conversion du gaz en liquide). L'*Alberta Research Council*, Sciences et technologies de l'environnement Canada, l'Université

Laval, l'Université de Calgary, l'Université de la Colombie-Britannique et l'Université de Waterloo sont quelques-uns des organismes effectuant des recherches sur la catalyse.

Le marché canadien de la catalyse est en grande partie desservi par les fournisseurs multinationaux. Par exemple, *Criterion Catalysts* est un fournisseur important de l'industrie pétrolière et gazière canadienne et *Degussa* est un fournisseur important du secteur du transport. D'autres fournisseurs de catalyseurs pour le marché canadien sont, entre autres, *BASF Canada, Bayer, Bryce Industries* et *Engelhard Canada.*

Au Canada, un petit groupe de recherche sur la biovalorisation formé du gouvernement, des universités et d'entreprises du secteur privé est en train de se former. Ce groupe comprend également le Centre de recherche de l'Ouest de CANMET et l'Université de l'Alberta. Il n'est pas possible de dire clairement quelles sont les capacités éventuelles du Canada en termes de recherche, de développement et d'approvisionnement en autres biotechnologies.

BIOCAP est une initiative en émergence du Centre d'excellence, axée sur les solutions biologiques au problème du changement de climat. Parmi les acteurs importants du gouvernement dans ce domaine, on trouve Industrie Canada et le Conseil national de recherches du Canada.

Peu de recherches sont actuellement effectuées au Canada relativement aux technologies de stockage. Le NRCan finance la technologie à volant d'inertie depuis 1994 par le biais de PRDE et le stockage thermique par le biais de son programme de construction naturelle. Hydro-Québec, 3M, ainsi que des partenaires américains possèdent un important programme de développement d'une batterie électrolytique au lithium-polymer destinée aux véhicules électriques.

Potentiel de marché

De nombreuses électrotechnologies sont plus ou moins matures et plusieurs d'entre elles sont commercialisées depuis déjà plusieurs années. Un nombre important de procédés industriels qui pourraient permettre de diminuer les émissions et d'accroître l'efficacité n'ont toutefois pas encore pénétré le marché car ils doivent être mis à l'épreuve. En particulier, de nombreux produits chimiques pourraient être produits au moyen de l'électrosynthèse. L'élan nécessaire pour une expansion future du marché pourrait provenir de mesures réglementaires portant sur les questions environnementales.

La demande pour des matériaux perfectionnés est importante et étendue tant dans les secteurs de l'énergie qu'à l'extérieur de ceux-ci. Dans l'industrie de l'automobile par exemple, la demande pour le magnésium augmentera (jusqu'à un certain point aux dépens de l'aluminium et de l'acier) ainsi que pour l'utilisation continue ou accrue du plastique. Des composites tel que le fibre de verre joueront un rôle de plus en plus important à court terme.

La demande mondiale pour des catalyseurs représente plus de 14 milliards de dollars par année et ce, dans quatre principaux segments de marché : les catalyseurs de raffinage pétrolier, la polymérisation, les catalyseurs de procédés chimiques ainsi que l'environnement. Au cours des années 90, les catalyseurs environnementaux ont été le segment de marché ayant connu la croissance la plus rapide à mesure que les sociétés cherchaient à se conformer à la législation entourant la santé, la sécurité et l'environnement et visant à diminuer les émissions, les sous-produits toxiques et les matériaux chlorés.

Compte tenu de l'importance de l'industrie pétrolière au Canada et ailleurs dans le monde et de la raréfaction des réserves de brut de grande qualité, il existe une possibilité d'appliquer à plus grande échelle la biovalorisation. Les augmentations de coûts de cokage et d'hydrotraitement, les initiatives environnementales visant à réduire les émissions de soufre et de gaz à effet de serre et les coûts croissants requis pour répondre aux nouvelles normes environnementales sont susceptibles à long terme d'encourager le développement et la commercialisation de la technologie. Les technologies en bio-procédés sont déjà appliquées au Canada dans le secteur des pâtes et papiers et dans les secteurs minier, chimique et autres.

On croit à tort que la biotechnologie est encore au stade de laboratoire et qu'elle ne pourra s'attaquer aux gaz à effet de serre avant des décennies. Un document récent de l'OCDE intitulé "La biotechnologie pour des procédés et produits industriels propres " indique que la biotechnologie industrielle a atteint sa maturité. Il énumère un certain nombre d'applications dans des secteurs importants de l'industrie pour lesquels la biotechnologie contribue d'ores et déjà à accroître le rendement énergétique, l'utilisation du carbone renouvelable et à un changement de paradigmes permettant d'économiser l'énergie et de réduire la production de rebuts et particulièrement les déchets dangereux.

Peu de personnes savent que des entreprises canadiennes (dont l'activité principale est extérieure à ces biotechnologies en développement) utilisent déjà la biotechnologie dans leurs affaires courantes. Dans une première étude du genre, Statistique Canada (1998) a étudié l'utilisation en 1996 des biotechnologies dans d'importantes d'entreprises canadiennes (ventes de plus de cinq millions de dollars) œuvrant dans un certain nombre de secteurs clés de l'industrie. D'environ 2000 entreprises, approximativement 10 % d'entre elles ont indiqué utiliser la biotechnologie, la plupart pour le nettoyage de fin de chaîne. Un certain nombre d'entre elles ont toutefois indiqué utiliser la biotechnologie de début de chaîne à des fins de traitement.

Le potentiel des technologies de stockage est très grand lorsqu'il est avantageux d'équilibrer la demande et l'approvisionnement en énergie. Les endroits éloignés où il n'y a pas d'accès au réseau d'interconnexion assurent une juste valeur marchande aux piles des systèmes d'énergie éolienne et solaire. Dans les endroits où la tarification pour l'électricité est libéralisée et où le prix commun reflète le coût marginal de l'approvisionnement, les services publics et les consommateurs ont avantage à investir dans le stockage d'électricité. La demande pour des véhicules électriques ou plus efficaces stimulera le marché des technologies de stockage.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Les coûts d'investissement élevés constituent l'obstacle principal à surmonter en ce qui concerne les électrotechnologies et ce, en dépit du potentiel d'accroissement de la productivité. Les coûts élevés d'électricité peuvent également bloquer la mise sur pied dans certaines régions.

Les coûts élevés entravent le développement et l'adoption des matériaux perfectionnés. Il peut également être difficile de fabriquer des produits fiables et de grande qualité au cours des premiers stades de développement. Les coûts peu élevés de l'énergie peuvent défavoriser les matériaux légers qui aident à réduire la consommation énergétique.

Les principaux obstacles au développement de nouvelles biotechnologies et de nouveaux catalyseurs sont de nature scientifique et technologique. La recherche et l'essai scientifiques nécessitent des capitaux importants alors que des applications immédiates peuvent être limitées lorsque des changements doivent être apportés à l'équipement ou lorsque les installations doivent être modifiées. Seuls les plus importants acteurs de l'industrie seront en mesure d'absorber ces coûts de développement et de mise en œuvre plus élevés et ceux-ci peuvent être retardés à long terme jusqu'à ce de nouvelles installations soient requises.

Le coût représente un obstacle important pour les technologies de stockage. Des obstacles techniques importants existent également et ils comprennent : les défis importants posés par une fiabilité accrue et une durée de vie étendue des batteries, des préoccupations sur le plan de la sécurité des volants d'inertie, la géologie favorable et la proximité d'un réseau de transport d'énergie électrique pour les installations à air comprimé, une plus grande intégration des systèmes et la simplification des aimants supraconducteurs, la réduction des défectuosités de composantes et une plus grande inductance des ultracondensateurs.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- Encourager la co-entreprise, la recherche en collaboration et les partenariats, entre autres avec les universités.
- Augmenter la recherche stratégique avec une protection adéquate de la propriété intellectuelle dans l'intérêt du Canada.

Commercialisation et démonstration

- Transfert de technologie. Programmes d'essais pilotes et de démonstrations visant à développer et peaufiner les biotechnologies, les catalyseurs et les plus récentes électrotechnologies, telles que l'électrosynthèse, la conversion pyroélectrique et les technologies de membrane.

Climat commercial

- Fournir les stimulants économiques appropriés, en particulier pour les investissements de capitaux, au moyen de crédits d'impôts «verts».

Fonds requis : 50 millions de dollars par année.

BIOTECHNOLOGIES

Problématique

Les biotechnologies peuvent être utilisées pour remplacer les procédés chimiques, réduisant ainsi la nécessité d'avoir recours à des combustibles fossiles et à des charges d'alimentation. Par exemple :

- les procédés bio-catalytiques en tant que substituts des procédés à forte consommation d'énergie ;
- la biomasse en tant que charge d'alimentation non pétrolière (c.-à-d. en tant que produit de remplacement) pour la production de produits chimiques industriels ;
- les procédés et produits pour lesquels la biotechnologie permet de réduire de manière indirecte le recours aux combustibles fossiles dans les secteurs de l'énergie et non énergétiques.

Les biotechnologies ont beaucoup à offrir aux industries utilisant des ressources canadiennes, en termes d'accroissement de la productivité et de diminution des impacts et coûts pour l'environnement. Dans plusieurs cas, les entreprises de biotechnologie font figure de fournisseurs des nouvelles technologies de système et des alliances stratégiques et des acquisitions commencent à avoir lieu. L'intérêt des principales firmes d'utilisateurs est important, non seulement en raison des ressources découlant des alliances, mais également en termes de validation du secteur pour la communauté des investisseurs.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Un nombre croissant d'entreprises utilisent la biotechnologie et les systèmes biologiques pour concevoir des produits et services qui permettent de résoudre des problèmes environnementaux ou dont bénéficie directement l'environnement. Le trait distinctif des biotechnologies est le fait qu'elles utilisent ou imitent les aspects des écosystèmes naturels et qu'elles offrent ainsi le meilleur potentiel pour le développement à long terme de solutions durables aux problèmes de biodégradation de l'environnement causés par la croissance démographique et industrielle.

Compte tenu de l'importance de l'industrie pétrolière au Canada et ailleurs dans le monde et de la raréfaction des réserves de brut de grande qualité, il existe une possibilité d'appliquer à plus grande échelle la biovalorisation. Les augmentations de coûts du cokage et de l'hydrotraitement, les initiatives environnementales visant à réduire les émissions de soufre et de gaz à effet de serre et les coûts croissants requis pour répondre aux nouvelles normes environnementales sont susceptibles à long terme d'encourager le développement et la commercialisation de la technologie. Les technologies en bio-procédés sont déjà appliquées au Canada dans le secteur des pâtes et papiers et dans les secteurs minier, chimique et autres (p. ex., la transformation des aliments).

Des entreprises canadiennes (dont l'activité principale est extérieure à ces biotechnologies en développement) utilisent déjà la biotechnologie dans leurs affaires courantes. En 1996, Statistique Canada a étudié l'utilisation des biotechnologies dans

d'importantes d'entreprises canadiennes (ventes de plus de cinq millions de dollars) œuvrant dans un certain nombre de secteurs clés de l'industrie. D'approximativement 2000 entreprises, environ 10 % d'entre elles ont indiqué utiliser la biotechnologie, la plupart pour le nettoyage de fin de chaîne. Un certain nombre d'entre elles ont toutefois indiqué utiliser la biotechnologie de début de chaîne à des fins de traitement.

La bio-industrie environnementale au Canada est formée principalement de PME spécialisées, dont les efforts sont orientés vers des créneaux de marché spécialisés et qui sont situées dans différentes régions du Canada. Ces PME comptent pour environ 11 % des entreprises et pour 3 % des emplois de l'ensemble de la bio-industrie canadienne. De plus, un certain nombre d'importantes firmes d'ingénieurs-conseils actives sur le marché forment parfois des alliances avec les PME et sont parfois en concurrence avec celles-ci. L'industrie est largement centrée sur les marchés de décontamination et seulement quelques firmes sont orientées vers la production moins polluante et les charges d'alimentation renouvelables. Toutefois, le fait que d'importantes entreprises telles que Dupont Canada tendent à intégrer la biotechnologie à leurs activités futures permet de croire que le niveau d'activités reliées à la production moins polluante et aux énergies de remplacement augmentera de manière importante à court terme.

Délai de commercialisation

On croit à tort que la biotechnologie est encore au stade de laboratoire et qu'elle ne pourra s'attaquer aux gaz à effet de serre avant des décennies. Un document récent de l'OCDE intitulé "La biotechnologie pour des procédés et produits industriels propres " indique que la biotechnologie industrielle a atteint sa maturité. Ce document énumère un certain nombre d'applications dans des secteurs importants de l'industrie pour lesquels la biotechnologie contribue d'ores et déjà à accroître le rendement énergétique, l'utilisation du carbone renouvelable et à un changement de paradigmes permettant d'économiser l'énergie et de réduire la production de rebuts et particulièrement les déchets dangereux. Vues sous cet angle, les biotechnologies sont dans une position idéale pour des applications à court terme (jusqu'en 2008) et à long terme (après 2012).

Capacité d'innovation canadienne

Le secteur de la biotechnologie au Canada représente une industrie en plein essor, bien qu'encore à l'état naissant, et trois quarts des entreprises qui s'y intéressent sont de petite ou moyenne taille. Il s'agit d'une industrie basée sur la recherche qui se caractérise par un mélange de firmes consacrées exclusivement à la biotechnologie et de firmes l'utilisant comme outil de développement de produits et services plus traditionnels.

Les alliances stratégiques sont une question importante pour les entreprises de biotechnologie canadiennes. La plupart d'entre elles ont établi des partenariats de recherche et développement (p. ex., avec des universités et des centres de recherche) et des alliances de fabrication, de commercialisation ou de distribution à une étape plus avancée (souvent avec d'importantes PME). Ces alliances peuvent permettre aux entreprises de biotechnologie de se concentrer sur le développement de produits et de

mettre à profit leurs compétences existantes plutôt que d'intégrer verticalement toutes les fonctions requises pour la commercialisation réussie de leurs recherches sur les produits.

Un petit groupe de recherche sur la biovalorisation, formé du gouvernement, des universités et d'entreprises du secteur privé est en train de se constituer. Ce groupe comprend le Centre de recherches de l'Ouest de CANMET et l'Université d'Alberta. Il n'est pas possible de dire clairement quelles sont les capacités potentielles du Canada en termes de recherche, de développement et d'approvisionnement en autres biotechnologies.

BIOCAP est une nouvelle initiative du Centre d'excellence axée sur les solutions biologiques au problème de changement de climat. Parmi les acteurs importants du gouvernement fédéral, on trouve Industrie Canada et le Service canadien des forêts, le ministère de l'Agriculture et de l'Agro-alimentaire et le Conseil national de recherches du Canada.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Les principaux obstacles au développement de nouvelles biotechnologies sont de nature scientifique et technologique. La recherche et l'essai scientifiques nécessitent des capitaux importants alors que des applications immédiates peuvent être limitées lorsque des changements doivent être apportés à l'équipement ou lorsque les installations doivent être modifiées. Seuls les plus importants acteurs de l'industrie seront en mesure d'absorber ces coûts de développement et de mise en œuvre plus élevés et ceux-ci peuvent être retardés à long terme jusqu'à ce de nouvelles installations soient requises.

De nombreuses sociétés de l'industrie génèrent des ventes relativement faibles en raison des longs cycles de développement et des approbations réglementaires qui sont souvent nécessaires. Cette situation change toutefois à mesure que les produits traversent l'étape de la recherche et qu'ils franchissent les obstacles posés par la réglementation. En conséquence, un trait distinctif de cette industrie est le fait qu'elle compte énormément sur les capitaux fournis par les investisseurs de l'extérieur et les partenaires.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Un certain nombre de défis posés à la réalisation du potentiel d'innovation des biotechnologies ont été détectés. Ces défis doivent être confirmés et une feuille de route doit être élaborée. Un tel procédé doit intégrer la participation des industries (utilisateurs et fournisseurs) de même que les chercheurs possédant des compétences dans ce secteur technologique. Voici une liste suggérée de mesures potentielles pour accroître l'innovation, comprenant :

Infrastructure cognitive

- Encourager la co-entreprise, la recherche en collaboration et les partenariats, entre autres avec les universités.

- Augmenter la recherche stratégique avec une protection adéquate de la propriété intellectuelle dans l'intérêt du Canada.

Commercialisation et démonstration

- Transfert de technologie. Programmes d'essais pilotes et de démonstrations visant à développer et à peaufiner les biotechnologies.

Climat commercial

- Fournir les stimulants économiques appropriés, en particulier pour les investissements de capitaux, au moyen de crédits d'impôt « verts ».

Fonds requis :

Financement incrémentiel requis = [20] 30 millions de dollars sur cinq ans.
Secteur public = [10] 15 millions de dollars.
Secteur privé = [10] 15 millions de dollars.

Niveau actuel d'effort en matière de biotechnologie et de changement climatique :
Secteur public = (CBS, CEIS, EC-ETAD, IC-LS, BRI, PBI) (montant approximatif de deux à trois millions de dollars par an).
Secteur privé = ??? (montant approximatif de deux à trois millions de dollars par année).

CATALYSE

Les catalyseurs peuvent accélérer les réactions chimiques jusqu'à un million de fois en abaissant le niveau d'énergie d'activation requise. Les catalyseurs améliorent également la sélectivité de produit. La capacité des catalyseurs d'accélérer les réactions permet aux procédés d'être accomplis à des températures beaucoup plus basses, ce qui a pour effet d'accroître la productivité et le rendement énergétique ainsi que de réduire les émissions de GES.

Les catalyseurs sont largement utilisés pour le raffinage des carburants de transport (hydrocraquage, reformage, alkylation) et dans les industries pétrochimiques, pharmaceutiques, des polymères et des procédés de conversion énergétique. Les procédés catalytiques sont couramment utilisés dans les systèmes antipollution des véhicules et des groupes fixes. Les procédés catalytiques sont responsables d'environ 75 % de la valeur des produits de transformation pétrolière et chimique. Entre 1930 et 1990, plus de 60 % des nouveaux produits et 90 % des nouveaux procédés reposaient sur la catalyse.

Technologies catalytiques ayant un impact sur les gaz à effet de serre

La demande en hydrogène augmentera en raison du besoin croissant d'hydrocraquage permettant de répondre aux demandes de basse teneur en soufre pour des piles à combustible et pour l'utilisation comme combustible. Les technologies reposant sur la catalyse peuvent offrir la production d'hydrogène dans des conditions tempérées et à partir de sources non fossiles, évitant les quantités énormes d'émissions de gaz à effet de serre afférentes à la production d'hydrogène traditionnelle. Par exemple, la photo-catalyse a besoin de la lumière comme source d'énergie pour la production d'hydrogène à partir d'eau.

La biocatalyse et la biomimétique (systèmes catalytiques synthétiques qui imitent les enzymes naturels) offrent un potentiel énorme pour la réalisation de la synthèse dans des conditions tempérées et avec un haut niveau de sélectivité pour les produits ciblés. Dans le même ordre d'idées, la catalyse homogène, qui repose sur les systèmes organométalliques, représente une technologie d'avant-garde offrant des possibilités en matière de grande sélectivité et de conditions tempérées pour le traitement.

Des occasions permettant de profiter d'avantages plus importants existent par le truchement du développement de procédés catalytiques à haut rendement énergétique pour des applications telles que les processeurs de quantité de carburant pour les piles à combustible (la technologie des piles à combustible elle-même repose sur la catalyse), la production de carburants de transport plus propres (combustibles diesel à faible teneur en soufre et additifs pour les carburants oxygénés), des procédés à meilleure efficacité énergétique (pour la production de gaz en liquide et la production avancée d'hydrogène) et la réduction du NOx en azote. Ces oxydes d'azote produisent non seulement de l'ozone au niveau du sol mais ils sont également considérés comme des gaz à effet de serre.

Les réacteurs à membrane catalytique représentent une technologie qui, combinant simultanément la réaction et la séparation, offre un haut rendement énergétique, une réduction des gaz à effet de serre ainsi que des avantages économiques accrus. Le traitement catalytique combiné à l'optimalisation et la simulation visant la tri-génération de puissance, de produits chimiques et de chaleur constitue une autre solution possible qui doit dominer au 21ème siècle afin d'obtenir une réduction des émissions des GES.

Capacité d'innovation canadienne

L'expertise universitaire en la matière réside dans les universités suivantes : Université du Nouveau-Brunswick, Université Laval, Université Concordia, École polytechnique, Université d'Ottawa, Collège militaire royal du Canada à Kingston, Université Queen's à Kingston, Université de Toronto, Université de Waterloo, Université de Western Ontario, Université de Saskatchewan, Université de Calgary, Université d'Alberta et Université de Colombie-Britannique.

Les centres de recherche gouvernementaux sont : le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET (CETC), le Centre national des technologies de valorisation, le *Alberta Research Council,* le *Saskatchewan Research* et Énergie atomique du Canada limitée (EACL).

En termes d'expertise industrielle, la plus grande partie de la recherche fondamentale sur la catalyse est effectuée à l'extérieur du Canada (dans des installations de recherche et développement de multinationales situées aux États-Unis et en Europe) et certains travaux portant sur le développement et l'amélioration des procédés catalytiques sont réalisés au Canada, par exemple au centre de R. et D. de *Nova Chemicals* à Calgary, à *Uniroyal Canada*, à Inco, à *Questor Industries*, à *H Power Canada*, à *Environair SIPA*, etc.

Potentiel de marché

Le potentiel est élevé. Des possibilités existent en ce qui concerne les carburants de transport propres, les procédés plus efficaces du point de vue énergétique (émissions de CO_2 plus faibles) et le contrôle des émissions (élimination des oxydes d'azote du diesel).

Obstacles aux débouchés commerciaux

Trop peu d'industries prennent fait et cause pour la commercialisation de nouveaux procédés catalytiques, l'investissement nécessaire pour les commercialiser étant habituellement élevé. Le changement de paradigme s'effectue donc plus lentement.

Les pistes offrant un potentiel important de réduction des GES nécessitent de la recherche et développement et des capitaux patients à plus long terme.

Ce qui doit être fait pour améliorer la mise en œuvre de technologies.

Des efforts concertés, énergiques et constants en matière de recherche et développement doivent être déployés de l'échelle essai à l'échelle pilote, afin d'être en mesure d'attirer des fonds provenant des co-entreprises nécessaires pour la démonstration et la commercialisation à grande échelle. De la coordination et du leadership sont nécessaires de la part des centres gouvernementaux afin d'assurer une synergie nationale.

Fonds requis : 20 millions de dollars par année afin de faire une différence.

SÉPARATION PAR MEMBRANE

Problématique

Les opérations de fabrication, par exemple dans les industries de transformation chimique, agro-alimentaire et pharmaceutique, utilisent la séparation pour la récupération, la purification et le raffinage des produits de valeur. On évalue que ces opérations de séparation comptent pour plus de 5 % de la consommation énergétique totale au Canada.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Plusieurs procédés de séparation utilisés dans l'industrie ne sont pas très efficaces d'un point de vue énergétique. Par exemple, l'enlèvement de l'eau dans une opération de récupération de sous-produits d'une usine de transformation du poisson à l'aide des évacuateurs thermiques entraîne une consommation énergétique plusieurs fois supérieure à celle d'une technologie fondée sur la membrane. L'adoption de la technologie de membrane dans 40 usines du Canada Atlantique pour l'opération mentionnée ci-dessus permettrait à elle seule de réduire les émissions annuelles de CO_2 de 24 000 tonnes. Il existe plusieurs autres possibilités permettant d'utiliser la technologie de membrane dans le secteur des ressources naturelles pour le recyclage des gaz à effet de serre.

La technologie de membrane est prête pour plusieurs applications industrielles tandis que le développement pour des applications industrielles se poursuit toujours dans d'autres domaines. Il est encourageant de constater que de nouveaux produits et de nouvelles applications sont mis en service chaque année. Un grand nombre d'applications disposent d'un cycle de commercialisation à court terme. Les applications devant toutefois être approuvées par les organismes de santé et de réglementation peuvent être commercialisées à moyen terme. Les applications impliquant le remplacement du stock de capital, telles les opérations d'une raffinerie de pétrole pourraient avoir des implications à plus long terme.

Délai de commercialisation: à court, moyen et plus long terme.

Capacité d'innovation canadienne

Dans le secteur de la fabrication et du développement de membranes, le Canada compte quelques entreprises axées sur les industries de transformation chimique et de dépollution. L'activité industrielle est beaucoup plus importante par le biais d'un réseau de concepteurs de systèmes, de distributeurs et de fournisseurs (p. ex. *Serval* à Calgary, *Zenon* à Burlington, *Liumar* et *Seprotech* à Ottawa) de cette technologie représentant partout au Canada des produits et procédés provenant d'entreprises extraterritoriales. La capacité de recherche et développement de cette technologie est bonne dans les laboratoires de recherches du gouvernement (CNRC, ARC, NRCan, Environnement Canada), les universités (Ottawa, McMaster, Waterloo, Victoria, McGill, Laval, Guelph) et dans d'autres organismes (WTI à Burlington).

Obstacles aux débouchés commerciaux

La domination étrangère exercée sur le marché de la fabrication de membranes représente un obstacle important aux débouchés commerciaux pour les entreprises canadiennes. L'industrie tend actuellement à se regrouper au moyen de fusions et de prises de contrôle, ce qui a réduit les occasions à seulement certains secteurs limités de produits personnalisés destinés aux marchés à créneaux.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Afin d'aller de l'avant dans ce secteur de la technologie, les Canadiens doivent se concentrer sur le développement de nouveaux produits et systèmes fonctionnels pour les marchés ciblés.

Infrastructure cognitive

- Encourager une collaboration entre l'industrie et les fournisseurs en R et D ciblée touchant les applications spécifiques correspondant le mieux aux besoins canadiens.

Commercialisation et démonstration

- Encourager les consortiums industriels à entreprendre les premiers projets de commercialisation.

Fonds requis : cinq millions de dollars par année.

PROFIL DES ÉLECTROTECHNOLOGIES

Problématique

L'utilisation des électrotechnologies possédant des applications dans les secteurs industriel, commercial et résidentiel dispose d'un potentiel important de réduction des émissions de GES. En outre, leur utilisation dans les secteurs industriels et commerciaux contribue à accroître la productivité, la qualité des produits et les conditions de travail.

Vue d'ensemble et situation actuelle

L'électrotechnologie fait référence à un système ou à de l'équipement utilisant de l'électricité pour alimenter le procédé. Les électrotechnologies peuvent être classées en deux catégories : électro-spécifiques et non électro-spécifiques, la première catégorie ayant besoin de l'électricité pour l'alimentation, p. ex. le chauffage et les moteurs diélectriques.

Les électrotechnologies englobent un grand nombre de technologies, y compris l'entraînement du moteur, l'électrolyse, les pompes à chaleur et les procédés tels que le chauffage, le séchage, la cuisson et l'électrosynthèse. Ils sont reconnus très flexibles et facilitent l'utilisation de capteurs et contrôles de pointe ainsi que celle de l'intelligence artificielle.

Les électrotechnologies offrent des possibilités de trouver des solutions aux problèmes environnementaux en fournissant des procédés pouvant être plus efficaces d'un point de vue énergétique, produire moins de déchets ou simplement remplacer plus efficacement les procédés utilisant les combustibles fossiles. Voici quelques exemples typiques :
Procédé de recyclage : l'utilisation de la technique de l'arc électrique dans la production d'acier en remplacement du haut fourneau. Dans le même ordre d'idées, la fusion du résidu d'aluminium et l'extraction de résidus d'aluminium dans les scories ont permis d'augmenter le taux de récupération de l'aluminium et d'éliminer l'utilisation d'additifs, ce qui réduit la quantité de déchets.
Fabrication : Les procédés électrochimiques possèdent l'avantage d'être hautement sélectifs et de produire moins de sous-produits ou de déchets.
Récupération de chaleur : Dans les édifices commerciaux, la récupération de chaleur à l'aide de pompes à chaleur combinée à la gestion des immeubles a permis de réduire les besoins énergétiques de 30 à 50 %

En 1995, l'électricité comptait pour 25 % de l'énergie totale utilisée par l'industrie canadienne.[1] Lorsque l'électricité est produite par l'eau ou le nucléaire, l'utilisation des électrotechnologies contribue de façon importante à la réduction des émissions de GES. Il est avantageux d'utiliser l'électrotechnologie même dans le cas de l'électricité produite par les combustibles fossiles car les centrales à combustible fossile obtiennent généralement une plus grande efficacité que la plupart des procédés aux combustibles fossiles utilisés dans les installations industrielles.

---

[1] *Climate Change Mitigation and Canadian Industry Sectors*, rapport préparé par Marbek Resource Consultants pour Industrie Canada, mars 1998.

Délai de commercialisation: à court, moyen et long terme.

Capacité d'innovation canadienne

Le nombre de fabricants est restreint au pays mais certains d'entre eux sont très actifs. La recherche et développement qu'ils effectuent est plutôt limitée à l'adaptation et à l'intégration de la technologie afin de répondre aux besoins ou aux demandes du client.

Au cours des 10 et 15 années, la plus grande partie de la R. et D. liée aux électrotechnologies a été réalisée par un petit nombre de services publics canadiens : Hydro-Québec, *Ontario Hydro, British Columbia Hydro* et *Manitoba Hydro.* Depuis quatre ans, les efforts déployés ont grandement diminué.

Aujourd'hui, le Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies d'Hydro-Québec, qui représente le plus important laboratoire de R. et D. au Canada et probablement en Amérique du Nord, se consacre aux technologies électriques de fin de chaîne. Le LTEE dispose d'un budget annuel de plus de 15 millions de dollars.

D'autres acteurs jouent également un rôle dans ce secteur. Il s'agit des universités et des organismes de recherche.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Malgré le fait que plusieurs électrotechnologies sont commercialisées depuis de nombreuses années, un nombre important de procédés industriels nouveaux ou améliorés qui pourraient permettre de réduire les émissions et d'augmenter l'efficacité n'ont pas encore pénétré le marché car ils doivent au préalable être mis à l'épreuve.

Les coûts d'investissement élevés constituent l'obstacle principal à surmonter et ce, en dépit du potentiel d'accroissement de la productivité. Le prix élevé de l'électricité peut également bloquer la mise sur pied dans certaines régions.

Le manque de constance dans l'application de la réglementation en ce qui concerne les questions d'environnement dissuade les entrepreneurs d'élaborer de nouvelles technologies. L'élan nécessaire pour une expansion future du marché pourrait provenir de mesures réglementaires portant sur les questions environnementales.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Un certain nombre de défis posés à la réalisation du potentiel d'innovation de cette technologie ont été désignés. Les mesures suggérées pour accroître l'innovation comprennent :

Infrastructure cognitive

- Réseau d'information permettant de transmettre les derniers résultats de la recherche et développement et des démonstrations.
- Réseau expert permettant de mettre en contact divers experts au Canada, y compris des fournisseurs de matériel.
- Encourager la co-entreprise, la recherche en collaboration et les partenariats, entre autres avec les universités.

Commercialisation et démonstration

- Des essais pilotes et des démonstrations sont nécessaires pour la mise en œuvre de nouvelles applications par l'industrie. Dès le moment où la faisabilité technique a été démontrée à l'échelle du laboratoire, un certain nombre d'évaluations techniques et économiques doivent être réalisées avec des modèles du stade pilote selon la complexité du procédé avant d'arrêter la décision sur une première installation commerciale.
- Transfert de technologie : si les gouvernements offrent un soutien financier pour un projet pilote, ils doivent s'assurer que les résultats sont à la disposition des utilisateurs éventuels. Cette information aidera à attirer de nouveaux utilisateurs et fournisseurs au Canada et elle sera également très utile pour la vente sur le marché international.

Climat commercial

- Puisque les PME acceptent d'investir seulement lorsque le rendement sur le capital investi est rapide (moins de deux ans), un incitatif fiscal « vert » visant à encourager les technologies de réduction de GES rendrait l'investissement plus attirant.
- Le soutien financier des gouvernements sous forme de prêts garantis réduiront le fardeau financier et encourageront les PME à investir.
- L'harmonisation de la réglementation fédérale et provinciale liée aux réductions de GES créera un bassin de marché plus grand (à la grandeur du Canada).

Réseaux (systèmes et marchés)

- Des réseaux entre les acteurs de la technologie de changement de climat pourraient être créés a) par un réseau parrainé par diverses associations industrielles telles que le CCE, (*Canadian Council on Électrotechnologies*); b) par L'Initiative du guide technologique. Ces réseautages devraient concentrer leurs efforts sur les technologies d'atténuation des GES.
- Il est nécessaire d'harmoniser les divers programmes et réglementations du gouvernement.

Ressources humaines

- Le réseau mentionné ci-dessous devrait permettre l'échange d'expertise et de regrouper une équipe d'experts plus efficace et qualifiée.

Fond requis : 35 millions par année.

Justifications : un laboratoire tel que le LTEE dispose d'un budget d'exploitation et d'immobilisation compris entre 15 et 20 millions de dollars.

Chaque projet de démonstration à l'échelle industrielle coûte entre 0,5 et 10 millions de dollars.

TECHNOLOGIES GAZIÈRES

Problématique

« Technologies gazières » est un terme faisant référence à un groupe de technologies conçues spécifiquement pour le gaz naturel. Ces technologies, qui tirent pleinement avantage des propriétés physico-chimiques du gaz naturel, permettent d'obtenir un rendement énergétique global très élevé. Le niveau de propreté de la combustion du gaz naturel constitue l'un des piliers sur lesquels reposent ces technologies. Pour ces raisons, les technologies gazières ne peuvent fonctionner correctement avec d'autres combustibles. Il est intéressant de constater que la même chose vaut pour les technologies à l'hydrogène. Les technologies gazières sont spécifiquement conçues pour brûler des produits à teneur élevée en méthane tels que le gaz naturel.

Vue d'ensemble et situation actuelle

À titre de combustible de remplacement, le gaz naturel permet de réduire de manière importante les émissions de gaz à effet de serre. D'un autre côté, le gaz naturel utilisé spécifiquement avec les technologies gazières assure des niveaux de rendement énergétique globaux entraînant des quantités réduites de CO_2 rejeté par joule utile.

De nombreuses technologies gazières sont déjà disponibles sur le marché. Ces technologies sont, pour n'en nommer que quelques-unes, la combustion avec immersion, la combustion submergée, les brûleurs à récupération, les chaudières à condensation et les systèmes de séchage infrarouge. Ces technologies sont décrites en détails ci-dessous.

Systèmes de séchage infrarouge

Le séchage de produits tels que le papier par ondes infrarouges est plus rapide et efficace que d'autres modes de séchage comme la conduction ou la convection. De plus, la caractéristique spécifique du rayonnement infrarouge produit par le gaz naturel, qui se situe entre 0,8 et 6 microns, correspond le plus exactement au coefficient d'absorption. Il en résulte donc une utilisation plus efficace de l'énergie. Le séchage infrarouge s'avère également très efficace dans l'industrie du textile et du thermoformage du plastique.

Combustion submergée

Au sein de l'industrie, le chauffage à l'eau exige une partie importante de l'énergie globale consommée. La combustion submergée est une technologie gazière qui satisfait au besoin de l'industrie de la manière la plus efficace en ce que les produits de combustion (généralement de l'eau et du dioxyde de carbone) sont en contact direct avec le fluide à chauffer. La formation de bulles des produits de combustion dans le liquide produit une surface d'échange thermique importante (1 m^3 de combustion produit une surface d'échange de 1000 m^2). C'est pourquoi pour une température de bain de 60°C, le rendement énergétique est de 90 % fondé sur le grand pouvoir calorifique du gaz naturel. La combustion submergée provoque également un temps de réchauffage très rapide en raison de l'absence d'inertie thermique. Les marchés éventuels sont l'industrie chimique,

l'agriculture d'affaires, la métallurgie, les pâtes et papiers, le textile ainsi que de nombreux autres.

Combustion immergée
Cette technologie gazière sert à chauffer le liquide sans qu'il y ait contact direct entre les produits de combustion et le liquide. La combustion du gaz naturel a lieu dans un échangeur thermique disponible dans un certain nombre de formes et s'adaptant aux diverses formes de réservoirs. Ce système, qui est compact, est construit de manière à optimiser le transfert calorifique au bain. Le rendement énergétique de cette technologie atteint 75 % à 80 % du grand pouvoir calorifique du gaz naturel, comparativement à 50 % pour les technologies habituelles.

Brûleurs à récupération
La combustion propre spécifique au gaz naturel permet l'utilisation des brûleurs à récupération. Ces derniers offrent un moyen d'augmenter le rendement énergétique global dans l'industrie métallurgique. Un rendement thermique de 25 % pour les vieux systèmes n'est pas inhabituel dans cette industrie, la plus grande fraction de la chaleur étant perdue par la cheminée. Les brûleurs à récupération représentent une technologie gazière qui réduit la consommation énergétique de 50 à 70 % dans ces endroits en récupérant l'énergie autrement perdue par la cheminée et ce, afin de préchauffer l'air comburant. Cette technologie est possible en raison des caractéristiques physico-chimiques des produits de combustion au gaz naturel.

Délai de commercialisation : à court terme (jusqu'en 2008).

Capacité d'innovation canadienne

La capacité industrielle nécessaire pour développer de nouvelles technologies gazières n'est pas hors d'atteinte des moyens canadiens.

La nécessité de caractériser et d'établir les conditions optimales pour des performances optimales de la part des nouvelles technologies gazières représente un point important des technologies gazières. Une expertise et des installations spécifiques sont également nécessaires pour certifier ces nouvelles technologies. À cette fin, des installations de laboratoire sont requises. Une fois le travail de laboratoire complété, les entrepreneurs peuvent commercialiser ces technologies. Les principaux laboratoires du Canada travaillant sur les technologies gazières sont : le Centre des technologies de gaz naturel (Boucherville, Qc), le *Canadian Gas Research Institute* (Richmond Hill, Ont.), le *Centre for Advanced Gas Combustion Technology* (Université Queens, Ont.) et le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET).

Potentiel de marché

Le potentiel de marché est vaste, puisqu'il est composé de nouvelles installations industrielles et d'équipement remplaçant les anciens procédés par des technologies gazières.

Obstacles à l'implantation nationale et aux ventes internationales

Obstacle économique
Les technologies gazières améliorent la productivité. Néanmoins, les utilisateurs sont réticents à remplacer de l'équipement qui n'a pas encore atteint la fin de sa durée de vie utile.

Obstacles en matière d'information
Les technologies gazières sont encore peu connues de la masse des consommateurs et, à ce titre, il est nécessaire de les informer qu'il existe des solutions de rechange utilisant le gaz naturel. Elles leur permettront d'accroître leur productivité et de réduire la pollution. La crédibilité du gouvernement aiderait à faire passer le message à l'industrie canadienne.

Mesures incitatives gouvernementales en matière d'énergies renouvelables
Les programmes gouvernementaux favorisant les énergies renouvelables vont parfois à l'encontre du gaz naturel. Ainsi, des subventions devraient être octroyées en fonction de la réduction de CO_2. À titre d'exemple, si un combustible à fort contenu en carbone est remplacé, les subventions versées devraient être maximales. Par ailleurs, celles-ci devraient être minimales lorsqu'il s'agit de remplacer le combustible à plus faible contenu en carbone (gaz naturel).

Réglementation et lignes directrices du gouvernement
La réglementation et les lignes directrices sont conçues de telle manière qu'elles gênent les avantages environnementaux du gaz naturel. En réalité, les débits d'émission de polluants permis sont plus élevés pour les combustibles liquides et solides. De telles lignes directrices neutralisent l'avantage environnemental que possède le gaz naturel sur les autres combustibles.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive
- Mettre sur pied un programme national d'information visant à informer la population des technologies gazières de rechange pour réduire immédiatement les émissions de gaz à effet de serre.

Commercialisation et démonstration
- Mettre sur pied un programme national d'information visant à informer la population des résultats des projets pilotes en technologie gazière.

Climat commercial
- Mesures fiscales axées sur la recherche et développement. Subventions pour le remplacement des anciennes technologies par les technologies gazières. Davantage de fonds d'exploitation pour les centres de recherche privés.

Niveau estimé d'effort incrémentiel requis : 10 millions de dollars par année.

SIMULATION ET MODÉLISATION

Problématique

Il existe des occasions significatives permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre en améliorant le rendement énergétique par l'application de la technologie computationnelle dans la conversion énergétique et par son utilisation dans les procédés de fabrication et les procédés industriels. Le passage d'une conception fondée sur l'expérience à une conception fondée sur les connaissances permet à la technologie computationnelle de servir à concevoir ou substituer des produits ou procédés afin d'améliorer le rendement énergétique et l'efficacité du matériel et ce, au-delà de la durée de vie utile d'un produit.

Vue d'ensemble et situation actuelle

La simulation et la modélisation à des fins d'amélioration de produit ou de procédé couvrent une vaste étendue d'échelles. À l'échelle atomique, l'identification et la synthèse de nouveaux matériaux dont les propriétés sont guidées par la modélisation moléculaire et les méthodes combinatoires. Les catalyseurs conçus au moyen des simulations guident le choix des procédés de fabrication. À la nano-échelle, la composition matérielle et les propriétés physico-chimiques peuvent être élaborées; des simulations en macro-échelle ciblent le comportement mécanique et chimique des matières transformées de même que le diagnostic, l'optimisation et le contrôle des procédés. Au niveau de l'entreprise, la modélisation de systèmes cible le rendement global des systèmes et les problèmes de gestion environnementale à grande échelle incorporés à ISO14000, par exemple.

Des exemples comprennent la technologie informatique pour permettre le prototypage rapide et la conception technique simultanée. La technologie d'environnement virtuel reliée permet d'éliminer les prototypes physiques, ce qui accroît la productivité et la propreté, réduit la consommation énergétique et matérielle et permet une mise en marché plus rapide. Une combinaison d'exploitation de données et de simulation ouvre la voie au développement de fonctionnalités de système basées sur les propriétés matérielles. Les diagnostics de deuxième niveau, l'analyse de données et la simulation peuvent optimiser les programmes d'entretien de l'équipement afin d'obtenir le maximum de rendement et d'efficacité. La modélisation du rendement énergétique relatif pendant les cycles de vie des matériaux et procédés fournissent des évaluations techniques des techniques de remplacement.

Délai de commercialisation: à court, moyen et long terme.

Capacité d'innovation canadienne

Les technologies computationnelles pour la simulation et la modélisation de procédés sont appliquées pour ainsi dire à tous les secteurs économiques. Elles comprennent les

modèles environnementaux servant à étudier le changement de climat et les effets sur l'écosystème, capacité existant au sein du gouvernement et du secteur privé canadiens.

La technologie computationnelle comprend la modélisation moléculaire initiale et de plus haut niveau, l'exploitation de données, la dynamique computationnelle des fluides de la chaleur et le transfert de masse, la cinétique chimique, des simulations de régime établi et des simulations dynamiques des procédés unitaires, l'analyse mécanique, l'intelligence artificielle, les méthodes combinatoires, les normes de données et de codage afin de faciliter l'échange d'information. Un certain nombre de sociétés d'ingénieurs-conseils canadiennes tirent leur force de la dynamique computationnelle des fluides (RWDI, *Jacques Whitford*, AEA) et dans les simulations de procédés unitaires (*Hyprotech*, *Crechem*). L'institut des techniques de fabrication intégrées du Conseil national de recherches du Canada agit à titre de chef de file dans les efforts canadiens pour établir des normes de données dans la conception assistée par ordinateur.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Tandis que certains secteurs ont déjà adopté des outils de calcul pour la conception de produits et de procédés, d'autres secteurs utilisent encore une approche basée sur l'expérience. Quoique ceci comprenne de grandes sociétés de même que des PME, ces dernières sont confrontées à un défi plus grand en raison des obstacles posés par les coûts et de l'expertise nécessaires pour utiliser la technologie. Les entreprises de services d'ingénieurs peuvent fournir l'expertise, mais le coût demeure un obstacle important pour les PME. On s'attend à ce que les développements futurs dans les technologies computationnelles associent des combinaisons hybrides de technologies déjà développées, par exemple la combinaison de l'analyse en régime établi des opérations unitaires ou des cinétiques chimiques détaillés à la dynamique computationnelle des fluides. La validation expérimentale des modèles informatiques constitue une exigence essentielle constante, tâche exigeante et souvent coûteuse dans le cas des procédés industriels à grande échelle.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- Encourager les fournisseurs en recherches – les consortiums industriels à valider les modèles et applications cruciales pour le Canada.

Climat commercial

- Fournir les stimulants économiques appropriés (en particulier aux PME) afin que ces technologies soient adoptées.

Niveau de financement requis : cinq millions de dollars par année.

PROFIL DES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE

Problématique

Les sept technologies mentionnées dans la section traitant de stockage d'énergie pour usage ultérieur sont : piles, volants, stockage par pompage, aimant supraconducteur, stockage thermique, stockage d'air comprimé, supercondensateurs.

Pour les services publics d'électricité, le stockage d'énergie est un outil de gestion de l'énergie permettant de réduire la production de puissance maximum au moyen de l'énergie produite au cours des périodes de puissance excédentaire.

La réduction des émissions de gaz à effet de serre résultant de cette utilisation dépend de plusieurs facteurs : a) de la source d'énergie pour effectuer l'activité hors pointe au lieu du combustible qui serait utilisé pour produire la puissance maximale b) de l'efficacité totale du procédé de stockage de l'énergie et de sa restitution.

La réduction des émissions de gaz à effet de serre est importante lors de l'utilisation dans les véhicules électriques puisque le rendement énergétique des moteurs au gaz ou diesel est très bas.

Vue d'ensemble et situation actuelle

Le potentiel des technologies de stockage est très grand lorsqu'il est avantageux d'équilibrer la demande et l'approvisionnement en énergie. Les endroits éloignés où il n'y a pas d'accès au réseau d'interconnexion assurent une juste valeur marchande aux piles des systèmes d'énergie éolienne et solaire. Dans les endroits où la tarification pour l'électricité est libéralisée et où le prix commun reflète le coût marginal de l'approvisionnement, les services publics et les consommateurs ont avantage à investir dans le stockage d'électricité.

La demande pour des véhicules électriques ou plus efficaces stimulera le marché des technologies de stockage.

Délai de commercialisation: à court, moyen ou long terme.

Capacité d'innovation canadienne

En général, peu de recherches sont effectuées au Canada sur les technologies de stockage en général. Le Canada jouit cependant d'une position d'influence au sein de USABC par le biais de la participation d'Hydro-Québec à un important programme de développement d'une batterie électrolytique au lithium-polymer destinée aux véhicules électriques. Des spécialistes (plus de 159 années-personnes) travaillent actuellement à ce projet au Québec. En outre, NRCan finance depuis 1994 la technologie à volant d'inertie par le

biais de PRDE et le stockage thermique par le biais de son programme de construction naturelle.

Obstacles aux débouchés commerciaux

Le coût représente souvent un obstacle selon la maturité des procédés de fabrication et du volume de production pour certaines technologies de stockage telles que les nouvelles piles et le stockage thermique. Des obstacles techniques importants existent toutefois et comprennent : les défis importants posés par une fiabilité accrue et une durée de vie étendue des batteries, une géologie favorable et la proximité d'un réseau de transport d'énergie électrique pour les installations à air comprimé, une plus grande intégration des systèmes et la simplification des aimants supraconducteurs, la réduction des défectuosités de composantes et une plus grande inductance des ultracondensateurs.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Un certain nombre de défis à la réalisation de certaines de ces technologies ont été désignés. Les mesures suggérées pour améliorer l'innovation comprennent :

Infrastructure cognitive

- Encourager la co-entreprise, la recherche en collaboration et les partenariats entre autres avec les universités.

Commercialisation et démonstration

- En raison de la grande diversité de ces technologies, il est nécessaire d'examiner et d'évaluer les besoins des utilisateurs finaux afin de choisir les technologies les plus appropriées. Il est suggéré d'utiliser l'approche d'un guide technologique qui regroupe tous les acteurs ; les fabricants et utilisateurs potentiels, les personnes œuvrant dans le domaine de la recherche et les chercheurs universitaires.
- Des démonstrations de rendement sur véhicule sont requises pour les batteries des véhicules électriques et hybrides.

Climat commercial

- Fournir les stimulants économiques appropriés, en particulier pour les investissements de capitaux au moyen de crédits d'impôts « verts » pour les technologies les plus prometteuses.

Réseaux (systèmes et marchés)

- En raison de la grande diversité des acteurs impliqués dans ces technologies, une approche de guide technologique regroupant les clients (utilisateurs), les fabricants, la recherche et développement pourrait permettre d'identifier et d'aider à concentrer ses efforts sur les mesures appropriées.

Fonds requis : (niveau estimé d'effort incrémentiel requis) **:** 10 millions de dollars par année pour les technologies sélectionnées.

TECHNOLOGIES D'INTÉGRATION DES SYSTÈMES

Problématique

Ces technologies sont largement applicables et peuvent contribuer à améliorer le rendement énergétique et matériel des procédés industriels et des procédés de fabrication. L'intégration de procédés, les systèmes de commande intelligents, l'évaluation du cycle de vie et l'écologie industrielle représentent des exemples des technologies d'intégration des systèmes.

Vue d'ensemble et situation actuelle

L'intégration de procédés est une technologie basée sur l'information. Ce terme décrit l'application de méthodologies pour des approches axées sur les systèmes et des approches intégrées de la conception du procédé d'une installation industrielle (nouvelles applications et applications de refonte/modernisation). Les technologies habituelles sont l'analyse de striction pour la récupération de chaleur, la minimisation des eaux usées, l'analyse énergétique, l'optimisation et les systèmes fondés sur la connaissance et l'heuristique. L'évaluation du cycle de vie et l'écologie industrielle sont des secteurs en croissance dans la panoplie de technologies d'intégration des systèmes.

La méthode de point de striction pour la récupération de chaleur a été utilisée dans l'industrie chimique et de procédés afin d'obtenir des économies d'énergie pouvant atteindre 50 %. L'analyse de striction sert à identifier les secteurs dans lesquels des transferts internes de chaleur peuvent être employés afin d'éviter l'apport d'énergie externe (c.-à-d. des achats d'énergie).

Des capteurs intelligents et des systèmes de contrôle perfectionnés aident à optimiser la consommation énergétique ainsi que d'autres facteurs dans les systèmes de traitement industriels. Les capteurs sont des dispositifs capables de détecter, d'ajuster et d'optimiser des paramètres de fonctionnement importants à mesure qu'ils changent. Des systèmes de contrôle perfectionnés sont liés à des algorithmes informatisés afin de contrôler et d'optimiser les procédés industriels. Des contrôles intelligents sont incorporés à un système fondé sur la connaissance (également connu sous le nom d'intelligence artificielle) pour le contrôle et la signalisation prédictifs.

L'écologie industrielle implique le développement de synergies entre les parties du système de production et ce, afin d'obtenir un meilleur rendement énergétique et matériel. Des économies sont réalisées dans des domaines tels que la réutilisation de déchets, la préparation et la livraison de matières premières, le transport des produits finis et les services PME.

Dans le même ordre d'idées, le développement durable des quartiers urbains et des villes est facilité par les technologies et techniques qui permettent de mieux concevoir et

d'intégrer l'énergie, le transport, les réseaux d'aqueduc et les circuits d'eaux usées et l'utilisation du sol.

L'évaluation du cycle de vie tient compte des impacts de la totalité du cycle de vie d'un produit (y compris la santé humaine et environnementale ainsi que l'utilisation des ressources naturelles) depuis l'acquisition de la matière première jusqu'à la mise au rebut en passant par la production, le transport subséquent et l'utilisation.

Délai de commercialisation: à court, moyen et long terme.

Capacité d'innovation canadienne

Le Canada dispose d'un créneau dans certains secteurs par l'entremise des sociétés d'ingénieurs-conseils. Des efforts considérables sont déployés pour accroître l'application des technologies de l'information et des technologies prédictives.

Les installations de recherche CEDRL du NRCan à Varennes (Québec) possèdent un groupe de modélisation et de systèmes d'analyse de l'énergie qui soutient la recherche en matière d'intégration de procédés. De nouvelles méthodes d'optimisation des procédés qui réunissent des méthodes logicielles et analytiques sont en cours de développement. Plusieurs sociétés d'ingénieurs-conseils peuvent fournir une analyse de striction.

Le marché des capteurs et des contrôles est dominé par les fournisseurs et chercheurs américains. Les fournisseurs canadiens, en particulier dans le marché des capteurs, sont plutôt petits et spécialisés. Le Canada possède des connaissances bien développées en matière de systèmes de contrôle de la construction et ce, en raison des exigences que notre climat impose au rendement du bâtiment.

L'évaluation du cycle de vie est de plus en plus perçue comme étant une question de concurrentialité par les importants exportateurs canadiens tels que ceux de l'industrie des pâtes et papiers et des métaux. Une capacité propre à répondre à ce besoin a été élaborée et elle continue de l'être.

Une étude de CANMET a identifié entre 10 et 15 entreprises vendant des outils ou services d'intelligence artificielle à l'industrie. On a également constaté que les entreprises canadiennes sont reconnues comme chefs de file nord-américains dans le domaine de la modélisation prédictive, de la classification et des outils d'exploitation de données. *Toth Information Systems Inc.* est une société dérivée du Conseil national de recherches du Canada fournissant des compétences en matière de prédiction pour les propriétés matérielles. Des recherches sur l'intelligence artificielle sont actuellement en cours dans un certain nombre d'universités canadiennes et CANMET travaille avec des partenaires de l'industrie afin d'élaborer des technologies de systèmes experts qui optimiseront et contrôleront les systèmes de combustion.

Obstacles aux débouchés commerciaux

L'intégration de procédés au moyen de la technologie de striction dispose d'un potentiel considérable en matière d'accroissement du rendement énergétique dans les industries de procédés qui consomment une part importante de l'énergie au Canada. Le potentiel de marché au Canada et à l'étranger est important.

La croissance des systèmes de contrôle intelligents pour l'industrie lourde est de l'ordre de 20 % par an à l'échelle mondiale. Si cette tendance se maintient, le potentiel de marché de ces systèmes sera considérable en particulier pour les systèmes experts. Le potentiel national est important malgré que le Canada soit en retard par rapport à d'autres pays industrialisés en ce qui a trait à l'utilisation.

Les approches écologiques industrielles et l'évaluation du cycle de vie offrent un potentiel de marché important aux firmes d'ingénieurs-conseils à mesure que ces approches respectueuses de l'environnement deviennent de plus en plus acceptées.

Les obstacles au développement et à la mise en œuvre de l'intégration de procédés et des capteurs et contrôles de pointe au sein de l'industrie comprennent les coûts de combustibles plus élevés, les contraintes de financement et de temps, la difficulté de quantifier les gains, le manque de soutien du personnel de gestion ou d'exploitation, le manque d'expertise et la difficulté d'intégration aux opérations existantes.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive
- Des recherches sont nécessaires pour produire des capteurs et contrôles sophistiqués dont la mise en œuvre est rentable et pour élaborer des outils et méthodologies d'analyse informatisés.

Commercialisation et démonstration
- Sensibilisation aux avantages. Transfert de technologie.

Climat commercial
- Fournir des stimulants économiques appropriés.

Réseaux
- Les réseaux et programmes d'information entre les secteurs (fournisseurs, utilisateurs, transport, services, etc.) ont besoin de soutien.

Fonds requis : 10 millions de dollars par année.

UTILISATION DE SOURCES D'ÉNERGIE À PLUS FAIBLE INTENSITÉ CARBONIQUE (SECTEUR INDUSTRIEL)

Problématique

L'utilisation de sources d'énergie à plus faible intensité carbonique est examinée dans le contexte des applications industrielles d'utilisation ultime. La mesure principale sera le remplacement partiel ou total des hydrocarbures.

Combustibles en tant que sources d'énergie à plus faible intensité carbonique

La quantité de CO_2 résultant de la combustion d'un combustible est un résultat direct de sa composition chimique. La composition chimique des combustibles habituels renferme des atomes de carbone et d'hydrogène. L'utilisation de combustibles possédant une quantité minimale de carbone prévient dès le début la production de CO_2. De ce point de vue, la qualité des combustibles pourrait être établie en fonction de l'hydrogène qu'ils contiennent. Ce classement indique que l'hydrogène est le combustible parfait car il n'entraîne aucune production de CO_2. L'hydrogène est toutefois un combustible difficile à obtenir sous forme utilisable dans l'environnement. En prenant cela en considération, la moindre des choses à faire serait de recourir à des combustibles riches en hydrogène qu'il est facile de se procurer et qui émettent une quantité minimale de CO_2.

Les combustibles à plus faible intensité carbonique sont ceux qui produisent une quantité minimale de CO_2 par joule libéré. Par exemple, le charbon produit 92 grammes de CO_2 par MJ brut. Le bois, un autre combustible courant (érable), produit presque 93 grammes de CO_2 par MJ brut. Dans le cas de combustibles liquides tels que le diesel, on trouve presque 73 grammes de CO_2 par MJ brut. Un autre combustible courant est le méthanol qui entraîne 61,5 grammes de CO_2 par MJ brut. Enfin, le gaz naturel (méthane), qui est une substance à l'état gazeux, entraîne 49,6 grammes de CO_2 par MJ brut. À partir de leur composition chimique, on doit conclure que tous les combustibles ne sont pas égaux lorsqu'il est nécessaire de libérer un minimum de CO_2. La composition chimique du gaz naturel fait de ce combustible le meilleur à utiliser tout en réduisant la quantité de CO_2 libéré.

L'autre point à prendre en considération en ce qui concerne le gaz naturel est le fait qu'il brûle efficacement avec un minimum d'émissions d'hydrocarbures non brûlés, de CO, de cendre et de particules de carbone et ce, en raison de son état gazeux.

Technologies

Deux possibilités techniques permettent la réduction totale de CO_2 émis.

Tel que mentionné ci-dessus, un aspect de la réduction de CO_2 libéré dans l'environnement consiste à utiliser un combustible à plus faible intensité carbonique. De nombreuses installations disposent déjà d'une capacité multicombustible et ce, afin de tirer parti des combustibles les moins chers possible et/ou d'assurer un

approvisionnement. Le coût de la conversion multicombustible est généralement faible comparé au réinvestissement dans la technologie de procédés et dans d'autres moyens de réduire les émissions.

Le second aspect est l'utilisation d'une technologie permettant l'extraction du maximum d'énergie d'un combustible. La production d'électricité sur place est une forme de substitution de combustible lorsque le combustible industriel principal sur place (ou le gaz naturel obtenu au moyen d'un réseau de distribution) est remplacé en tant que source principale de rechange de puissance réseau. Dans plusieurs industries lourdes, le but principal consiste à fournir un chauffage direct ou une vapeur directe aux procédés industriels à partir du cycle thermodynamique de production d'électricité puisque ces procédés consomment la plus grande quantité d'énergie. L'énergie électrique inutilisée est vendue aux réseaux afin d'assurer des avantages économiques additionnels.

Délai : à court et moyen (de maintenant jusqu'en 2012).

Capacité d'innovation canadienne

Les activités de recherche et développement canadiennes sont centrées autour de divers organismes gouvernementaux et commerciaux dont le Programme de technologie de combustion améliorée de CANMET, le Programme de développement et d'assistance technique (Datech), le Centre des technologies de gaz naturel (CTGN) et l'Institut canadien de recherche du gaz.

Potentiel de marché

Les technologies de gaz naturel joueront un rôle prédominant dans le remplacement du pétrole et du charbon car le gaz naturel est un combustible plus propre. Cette tendance sera favorisée par l'accroissement actuel du débit gazeux dans l'Ouest canadien en raison des nouveaux projets de pipeline approuvés par l'Office national de l'énergie. En outre, les pressions exercées sur les prix de l'électricité en raison de l'accroissement de la demande et d'un manque de nouvelles installations construites devraient à moyen terme confirmer cette tendance. L'alimentation en électricité insuffisante encouragera l'arrivée d'installations de cogénération alimentées au gaz naturel ou d'installations à cycles combinés. La production probable à partir du gisement de gaz naturel à l'île de Sable devrait permettre de stabiliser le prix du gaz naturel sur les marchés nord-est. Le gaz naturel deviendra également disponible dans tout le Nord-Est avec les importants projets de pipeline. La substitution de combustible au profit du gaz naturel est un phénomène étendu et elle a lieu à la fois dans le secteur de la production d'électricité, de la construction et dans le secteur résidentiel.

Obstacles à l'implantation nationale et aux ventes internationales :

- La faiblesse des prix de l'électricité et les coûts élevés d'investissement découragent d'investir dans le remplacement du combustible par une source d'énergie à faible intensité carbonique.
- Le monopole exercé à l'endroit de la production d'électricité dans certaines provinces peut limiter la possibilité de l'industrie d'utiliser des technologies à plus faible intensité carbonique pour la production d'électricité sur place.
- Certains consommateurs industriels peuvent ne pas être desservis par le réseau d'alimentation en gaz.
- La mainmise étrangère sur la recherche effectuée à l'égard des technologies gazières et autres technologies à faible intensité carbonique limite la capacité du Canada à concurrencer sur le marché de l'équipement.
- Certains combustibles à plus faible intensité carbonique peuvent être perçus comme peu sécuritaires par le public.
- Réglementation. Les organismes gouvernementaux réglementant les émissions de CO_2 (et autres polluants) ajustent leurs exigences en matière de combustible utilisé. Des niveaux d'émissions par la cheminée moins stricts sont requis pour tous les autres carburants autres que le gaz naturel. Cela a pour effet de réduire l'avantage environnemental que possède le gaz naturel sur les autres combustibles.

Mesures suggérées pour accroître l'innovation

Infrastructure cognitive

- Développer la capacité de recherche et de développement en matière de technologies gazières et, de façon moins considérable, les stratégies de co-utilisation de combustible à faible intensité carbonique dans différents secteurs. Une technologie de remplacement de combustible à niveaux multiples flexible est déjà bien connue.

Commercialisation et démonstration

- Pour de nouvelles sources d'énergie dans des applications industrielles.

Climat commercial

- Mesures fiscales ciblant la recherche et le développement.

Réseaux

- Le prix relatif des combustibles les plus importants.

Réseaux des marchés

- Mesures incitatives du marché des produits écologiques favorisant l'utilisation de combustibles à faible intensité carbonique.

Cohérence en matière d'approche

- Il doit y avoir cohérence au sein de programmes gouvernementaux et il est nécessaire d'éviter de subventionner l'utilisation de l'énergie verte au détriment de l'énergie à faible intensité carbonique. Par exemple, subventionner l'énergie solaire au détriment du gaz naturel, lorsqu'il serait plus efficace d'utiliser un combustible à plus forte intensité carbonique.

Ressources humaines

- Formation et sensibilisation aux technologies et aux débouchés.

Niveau estimé d'effort incrémentiel requis : 10 millions de dollars par année.

Annexe 5

Méthodologie utilisée pour l'évaluation des vastes besoins internationaux en matière de technologie

Contrairement à la méthodologie utilisée pour l'évaluation des besoins intérieurs, il était impossible de procéder à un sondage auprès des éventuels utilisateurs de la technologie à l'échelle internationale, étant donné le court temps et les ressources disponibles. Un tel effort s'avérerait une entreprise beaucoup plus importante que cette étude. La plupart des pays de l'OCDE n'ont pas encore commencé à évaluer de façon exhaustive leurs besoins en matière de technologie, comme l'a fait le Canada par le biais d'un processus multilatéral. L'information disponible relativement aux besoins des pays en voie de développement provient d'études réalisées avec l'aide de fonds d'assistance techniques multilatéraux ou bilatéraux. Toutefois, les données sont de nature beaucoup plus générale. L'équipe chargée de l'étude a donc décidé d'évaluer les besoins internationaux en matière de technologie à partir d'une gamme de perspectives possibles afin de bâtir une évaluation des besoins autant descendante qu'ascendante. Trois approches différentes, mais complémentaires, ont été alors utilisées pour évaluer les besoins internationaux pour des technologies permettant de réduire les gaz à effet de serre. Les deux premières approches ont permis à l'équipe d'évaluer les besoins éventuels globaux par pays. La troisième approche a permis d'adopter une perspective particulière à la technologie.

- La première approche comprenait la cueillette des données de référence sur les gaz à effet de serre de tous les pays, en fonction des données disponibles de 1989 à 1996, ainsi que la prévision des données relatives aux émissions pour les années 2000 à 2050. Ces données ont été utilisées en tant qu'approximations quantitatives initiales permettant de calculer les tailles absolues actuelles et futures des marchés internationaux éventuels pour la technologie atténuant les gaz à effet de serre.

- La seconde approche a désigné et évalué divers paramètres susceptibles d'avoir un impact sur la dynamique du marché et sur l'échelle des besoins de chaque pays, tels que les engagements pris en vertu du Protocole de Kyoto et l'évolution des produits et services environnementaux dans le marché existant.

- La troisième approche comprenait un examen détaillé de la littérature visant à désigner des besoins connus en matière de technologie pour divers pays non-annexés.

- Enfin, les données quantitatives et qualitatives obtenues grâce aux diverses approches ont été intégrées afin de réaliser une évaluation des besoins internationaux en matière de technologie, comprenant une indication des besoins pour chaque pays.

Chacune de ces approches, ses contraintes afférentes, ainsi que les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.

5.1 Collecte des données relatives aux émissions de gaz à effet de serre mondiales et particulières à un secteur

Émissions de référence de gaz à effet de serre

Les données de référence sur les émissions de gaz à effet de serre ont été obtenues pour soixante-trois pays. Ces données proviennent d'études nationales disponibles sur le site Web de la Convention-cadre des Nations-Unis sur les changements climatiques[1]. Des données ont également été recueillies du *World Resources Institute's Guide to the Global Environment*[2].

Les pays compris dans cette étude représentent tous les principales régions du monde. Certaines régions ont une plus grande représentation simplement parce que davantage de données existent en ce qui a trait aux émissions de gaz à effet de serre. Sur l'ensemble, des données ont été recueillies pour 23 pays industrialisés (i.e. les pays de l'OCDE), neuf pays dont l'économie est en transition et 31 pays en voie de développement.

Forces et contraintes

On reconnaît que les données actuelles sur les émissions de gaz à effet de serre ne constituent pas un indicateur parfait pour la désignation du besoin pour une technologie atténuant les gaz à effet de serre. Toutefois, en l'absence d'autres données détaillées, l'équipe chargée de l'étude a cru que les données disponibles étaient utiles pour évaluer les endroits où un marché international éventuel pour une telle technologie pourrait exister. Malheureusement, les données sectorielles sur les émissions de gaz à effet de serre n'étaient pas disponibles pour tous les pays, donc une analyse complète en fonction des secteurs est impossible. De plus, les données relatives aux émissions sur le méthane et l'oxyde nitreux n'étaient pas disponibles pour tous les pays.

La variation dans la disponibilité des données en fonction de l'année constitue une contrainte supplémentaire. Bien que le Protocole de Kyoto utilise l'année 1990 en tant que référence, les données de référence de cette étude proviennent d'une période totalisant sept années, soit de 1989 à 1996, principalement parce que les données de 1990 n'étaient pas disponibles pour tous les pays. En dépit de ces contraintes, les données utilisées sont les données les plus exactes et les plus complètes disponibles actuellement en ce qui a trait aux émissions de gaz à effet de serre.

[1] www.unfccc.de/
[2] WRI. *A Guide to the Global Environment*, 1998

5.2 Modélisation de l'évaluation des prévisions internationales relatives aux émissions de gaz à effet de serre

Prévisions relatives aux émissions de gaz à effet de serre

Afin d'évaluer les tendances futures en ce qui a trait aux émissions de gaz à effet de serre et à leur impact possible sur les besoins en matière de technologie, des prévisions des émissions de gaz à effet de serre ont été réalisées à partir des derniers résultats de modélisation obtenus par l'*Atmospheric Stabilisation Framework* (ASF). L'ASF est un système lié de modèles élaborés et maintenus par le *ICF Kaiser Consulting Group* ayant été utilisé pour créer le scénario IS92 (le deuxième ensemble de scénarios relativement aux émissions, créé pour le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat). Une série de prévisions d'émissions de gaz à effet de serre a été complétée, examinée par les pairs et publiée dans W. Pepper et al., (1998). L'ASF émet quelques hypothèses quant à la croissance de la population, la croissance économique et l'efficacité énergétique pour ses séquences d'utilisation de modèle IS92.

Les prévisions d'émissions utilisées dans cette étude sont basées sur l'EPA des États-Unis – scénario modéré de prévision de la *Climate Policy and Program Division* (en utilisant le système de modèles de l'ASF). Ce modèle fait état d'une croissance de population et d'une croissance économique peu importantes ainsi que d'un taux peu élevé d'amélioration au niveau de l'efficacité énergétique[3]. Le modèle représente également un scénario non politique (maintien du statu quo), qui prend pour acquis qu'aucune mesure ou politique n'est en place pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le tableau 32 prédit la croissance des émissions de gaz à effet de serre dans sept régions. Le tableau ci-dessous liste les pays dont ces régions font partie.

Région	**Pays**
Moyen-Orient	tous les pays du Moyen-Orient comprenant l'Iran, l'Iraq, le Koweit, le Qatar, l'Arabie saoudite et les Émirats arabes unis
Asie du Sud-Est et Océanie	Afghanistan, Bangladesh, Bhoutan, Inde, Indonésie, Malaysia, République de Corée, Birmanie, Pakistan, Philippines, Singapour, Thaïlande et d'autres pays dans la région
Amérique latine	tous les pays de l'Amérique latine (comprenant le Mexique et l'Amérique du Sud et centrale)
Afrique	tous les pays africains
Asie à économie centralisée	Chine, Laos, Mongolie, Corée du Nord, Vietnam
Europe de l'Est et nouveaux états indépendants	Albanie, Bulgarie, République tchèque, Hongrie, Pologne, Roumanie, ancienne URSS, ancienne Yougoslavie
Organisation de coopération et de	Australie, Japon, Nouvelle-Zélande,

[3] Pepper W. et al. *Environmental Science & Policy*; pp 289-312, 1998.

développement économiques (OECD)	Autriche, Belgique, Canada, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Islande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Norvège, Portugal, Espagne, Suède, Suisse, Turquie, Royaume-Uni, États-Unis

Forces et contraintes

L'hypothèse selon laquelle il n'y a pas de politique constitue une importante contrainte. On pourrait penser que les engagements pris par les divers pays dans le cadre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto démontrent que les mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre continueront d'être mises en oeuvre dans de nombreux pays.

Les données de référence de 1989 à 1996 pour les émissions de gaz à effet de serre ont été présentées en milliers de tonnes métriques ainsi que par pays, secteur et gaz (lorsqu'il était possible de le faire). Les données relatives aux prévisions des émissions de gaz à effet de serre pour les années 2000 à 2050 sont présentées en milliards de tonnes d'équivalent en carbone (en ce qui a trait au dioxyde de carbone, au méthane et à l'oxyde nitreux) et sont agrégés en fonction de la région. Donc, une comparaison entre les deux ensembles de données n'est pas simple à réaliser.

5.3 Évaluation qualitative et potentiel du marché

Évaluation de la dynamique de marché

Pour chaque pays où les données de référence pour les émissions de gaz à effet de serre étaient disponibles, divers paramètres pouvant influencer le marché actuel et futur des technologies atténuant ces gaz à effet de serre ont été désignés et évalués.

L'analyse a fourni un moyen de caractériser chaque marché éventuel. Cette caractérisation a aidé à définir, en termes généraux, la demande éventuelle pour les exportations de technologies servant à réduire les gaz à effet de serre par le Canada. Ces paramètres comprenaient l'engagement du pays à réduire les émissions de gaz à effet de serre, la taille du marché pour tous les biens et services environnementaux (produits en milliards de dollars américains) et l'évolution du marché de l'environnement.

Au total, sept paramètres de marché ont été désignés :

- **Signataire** – du Protocole de Kyoto. Cela indique qu'un pays reconnaît que le changement climatique constitue une importante question.
- **Cible** – établissement d'une cible pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre afin d'atteindre l'objectif du Protocole de Kyoto visant à réduire les émissions de 5 % par rapport aux niveaux de 1990. Cela indique qu'un pays prévoit prendre des mesures concrètes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Les pays non annexés ayant pris des **engagements volontaires** pour stabiliser ou réduire leurs

émissions, tels que l'Argentine et le Kazakhstan, font également partie de cette catégorie.

- **Activités mises en oeuvre conjointement et projets conjoints de mise en oeuvre** – Les activités mises en oeuvre conjointement constituent l'étape pilote des projets conjoints de mise en oeuvre, qui permettent des réductions d'émissions modestes par le bais d'investissements fournis dans le cadre de projets entre les pays développés[4] - la participation à la CCNUCC a reconnu les activités mises en oeuvre conjointement et les projets conjoints de mise en oeuvre, ainsi que les projets ayant été approuvés par le pays d'accueil mais ne l'ayant pas encore été par la CCNUCC[5]. Cela indique qu'un pays prend, ou prévoit prendre des mesures concrètes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, bien que le pays pourrait ne pas avoir établi une cible officielle.
- **Taille du marché environnemental** – la taille absolue du marché environnemental du pays en milliards de dollars américains. Cela indique la taille actuelle du marché d'un pays relativement à tous les biens et services environnementaux. Nous avons pris pour acquis qu'il existe une assez forte corrélation entre le marché global pour les biens et services environnementaux et le marché pour les technologies permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre, un des sous-ensembles de ce marché.
- **Facteur d'évolution du marché environnemental** – La désignation de l'évolution du marché environnemental d'un pays est en fonction de la sensibilisation du public, de la ferme attitude gouvernementale, de la législation environnementale existante, de l'existence et de la force relative de l'organisme de réglementation central, du niveau d'application et de conformité, de la situation des efforts proactifs environnementaux et des initiatives pour la prévention de la pollution et d'une indication des instruments économiques visant à fournir des mesures incitatives pour la qualité de l'environnement et les initiatives de développement durables[6]. L'échelle utilisée pour caractériser le facteur d'évolution du marché pour un pays donné varie de un à quatre, où quatre correspond à un facteur d'évolution élevé.
- **Rang** – dans le cas des 50 marchés environnementaux les plus importants, ce paramètre désigne le rang relatif du pays en ce qui a trait aux marchés environnementaux dans le monde.
- **Présence canadienne** – le degré de présence actuel des entreprises canadiennes exportant des biens et services environnementaux dans le marché.

Forces et contraintes

En ce qui concerne les pays non annexés, la signature du Protocole de Kyoto ne représente pas nécessairement un besoin pour une technologie atténuant les gaz à effet de serre. Les pays en voie de développement pourraient avoir signé le Protocole sans avoir de plans pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. De toute évidence, le choix des facteurs est normatif. D'autres facteurs peuvent aisément être ajoutés.

---

[4] Kyoto Mechanisms Table. *International Flexibility Mechanisms Table Foundation Paper*, 1998.
[5] U.S. Environmental Protection Agency, Office of Policy. *Activities Implemented Jointly : Third report to the Secretariat of the UNFCC*, EPA 236-R-98-003 (Vol. 1), 1998.
[6] Environmental Business Journal. *The Global Environmental Market and US Environmental Industry Competitiveness*, 1995.

5.4 Analyse du potentiel global du marché

Afin d'évaluer le potentiel global du marché pour chaque pays, une analyse de valeur attendue a été divisée aux endroits où les pondérations ont été attribuées aux paramètres décrits plus haut. On a attribué les valeurs suivantes aux divers paramètres de marché :

Émissions nettes de CO_2 (milliers de tonnes métriques) :

<100 000	0
100 000 - 200 000	2
200 000 – 400 000	4
400 000 – 900 000	6
900 000 – 1 500 000	8
> 1 500 000	10

Réduction des émissions de gaz à effet de serre :
Cible ou engagement volontaire

aucun engagement	0
engagement volontaire	2
réduction des émissions	3
stabilisation des émissions	3,5
augmentation des émissions	4

Activités mises en oeuvre conjointement et projets conjoints de mise en oeuvre :

aucune participation	0
participation	2

Taille du marché (milliards de dollars américains)[7] :

< 1	1
1-7	2
7-25	3
>25	4

Facteur d'évolution du marché[8] :

aucune donnée	0
données existantes	valeur calculée (1-4)

Présence canadienne actuelle[9] :

faible	1
moyenne	2
forte	3

[7] Environmental Business Journal. *The Global Environmental Market and US Environmental Industry Competitiveness*, 1995.
[8] Ibid.
[9] Cette évaluation est basée sur diverses sources dont Industrie Canada, le MAÉCI et les rapports de l'Association canadienne des industries de l'environnement.

Les pays ont été classés en fonction du pointage total obtenu grâce à la méthodologie précédente.

Les pays ayant obtenu un pointage totalisant 17 points ou plus sont considérés comme étant des marchés ayant un potentiel *exceptionnel*. Les pays ayant obtenu un pointage totalisant entre 13 et 16,99 sont considérés comme étant des marchés ayant un potentiel *important*. Enfin, les pays ayant obtenu un pointage totalisant 12,99 ou moins sont considérés comme étant des marchés ayant un potentiel *limité*. Cette analyse représente la situation du potentiel du marché *global actuel*.

Forces et contraintes

Les pondérations pour des facteurs déterminés sont quelque peu arbitraires, toutefois, cette approche a permis à l'équipe chargée de l'étude de mettre de l'ordre dans les données que nous avons obtenues et nous a fourni une méthode permettant d'analyser et de présenter les résultats. Cette méthodologie peut également être améliorée et la pondération peut être modifiée. De plus, des facteurs supplémentaires peuvent être ajoutés à l'analyse, tels que les obstacles du marché qui pourraient entraver l'accès des entreprises canadiennes. Encore une fois, il est important de réitérer que cette analyse ne fournit qu'une évaluation globale du potentiel du marché. Elle ne constitue pas un bon indicateur des besoins en matière de technologie.

5.5 Examen de la littérature afin de désigner les besoins internationaux en matière de technologie

Besoins connus en matière de technologie

Avant la réalisation de l'examen exhaustif de la littérature, un « modèle de désignation de la technologie » a été élaboré afin de découvrir les besoins connus des divers pays en matière de technologie. Le modèle de désignation a été utilisé pour enregistrer les besoins en matière de technologie ayant été désignés pour ou par divers pays.

Ce modèle a classé divers exemples de technologies sans danger pour le climat en des groupes de technologies. Chaque groupe a par la suite été placé dans une vaste catégorie de technologie en fonction des classifications suivantes : approvisionnement en combustibles, production d'énergie, utilisation ultime d'énergie, gestion du CO_2, sources non afférentes à l'énergie et ouverture à des technologies transversales.

Dans le cadre du dressage de la liste des besoins connus en matière de technologie pour chaque pays, un nombre important d'études ont été utilisées, dans le cadre desquelles le personnel de l'*ICF Kaiser Consulting Group* a directement participé. Ci-dessous se trouve une liste des études ayant été utilisées dans le cadre de cet exercice :

- *Initial Priorities for Energy Sector Mitigation Measures Identified by Countries Receiving U.S. Support for the Preparation of Climate Change Action Plans.* Ce

document dresse la liste des besoins de 13 pays en matière de technologie et indique les secteurs auxquels ils sont destinés.

- Le projet *Asia Least-Cost GHG Abatement Strategy*, financé par la Banque asiatique de développement, fait état des stratégies visant à réduire les gaz à effet de serre, particulières aux pays suivants : Bangladesh, Chine, Inde, Indonésie, Corée, Mongolie, Myanmar, Pakistan, Philippines, Thaïlande et Vietnam.
- Les *National Climate Change Action Plans,* financés par le *US Country Studies Program*, qui fournit un appui en ce qui a trait aux changements climatiques dans plus de 50 pays en voie de développement et dans des pays dont l'économie est en transition, fournissent une analyse des besoins en matière de technologie dans les pays suivants : Bolivie, Bulgarie, République tchèque, Égypte, République de Gambie, Hongrie, Kazhakstan, Mexique, Fédération de Russie, Tanzanie et Thaïlande.
- *The List of Chinese Government Needed Technologies* préparée par *l'Energy Research Institute of SPC.* Cette liste désigne 15 technologies particulières à un secteur, nécessaires pour que la Chine puisse diminuer ses émissions de gaz à effet de serre. Pour chaque technologie désignée, on a fourni des informations détaillées concernant ses caractéristiques générales, son coût, ses impacts sur l'environnement et sont potentiel de marché pour la Chine.
- *Impact of improved Technology on Industrial Greenhouse gas emissions in Developing Countries,* financé par l'ONUDI. Ce document examine les choix possibles industriels pour la réduction des gaz à effet de serre au Brésil, en Égypte, en Inde, au Sénégal, en Thaïlande, au Vénézuela et au Zimbabwe.
- Le *Second synthesis report on activities implemented jointly,* réalisé par la CCNUCC, documente 95 activités mises en oeuvre conjointement par des investisseurs des pays développés dans des pays d'accueil situés dans les régions de l'Afrique, de l'Asie et du Pacifique, de l'EIT, de l'Amérique latine et des Caraïbes.
- *United States Government Support for Climate Technology Cooperation Projects and Activities : 1998.* Documente les activités appuyant l'atténuation du changement climatique dans les régions de l'Afrique, de l'Asie et du Pacifique, de l'Europe et des nouveaux états indépendants et de l'Amérique latine.
- *Activities implemented jointly : Third report to the Secretariat of the UNFCCC (Volume 1).* Ce document fournit de l'information concernant 20 projets d'activités mises en oeuvre conjointement en phase de préparation ou en cours entre les États-Unis et la République tchèque, l'Équateur, le Honduras, l'Indonésie, le Mexique, le Nicaragua, Panama, la Fédération de Russie et le Sri Lanka.

Le fait d'inclure les projets pilotes conjoints de mise en oeuvre et les activités mises en oeuvre conjointement est utile pour cette partie de l'étude étant donné qu'à partir des projets décrits, nous pouvons déduire qu'il existe un besoin pour des technologies particulières atténuant les gaz à effet de serre au sein du secteur du projet ou de l'activité.

Forces et contraintes

Dans certains cas, la littérature d'étude n'a pas fourni assez de détails relativement au type de technologie dont un pays a besoin. Par exemple, des technologies en matière d'énergie renouvelable ont été désignées comme constituant un besoin, mais le type d'énergie renouvelable n'a pas été spécifié. Le fait que plusieurs des données aient été recueillies à partir d'évaluations réalisées en fonction du changement climatique dans les pays en voie de développement plutôt qu'en fonction des utilisateurs éventuels de la technologie atténuant les gaz à effet de serre constitue une contrainte importante. Tandis que le point d'intérêt peut comporter une vaste gamme de connaissances relativement au besoin pour ces technologies, il est raisonnable de s'attendre à ce que les utilisateurs éventuels soient davantage conscients de leurs besoins particuliers en matière de technologie.

Annexe 6

Résumé intégré des besoins intérieurs et internationaux en matière de technologie

Échelle :
0 : taille globale du marché négligeable
1 : taille globale du marché totalise moins de un milliard de dollars américains
2 : taille globale du marché totalise entre un et sept milliards de dollars américains
3 : taille globale du marché totalise entre sept et 25 milliards de dollars américains
4 : taille globale du marché dépasse 25 milliards de dollars américains
* démontre les endroits où il **peut** y avoir un besoin pour des technologies permettant de réduire les gaz à effet de serre

Notez que ce tableau constitue une tentative visant à classer les pays en fonction de leur taille globale de marché pour les biens et services environnementaux. Son but n'est pas de présenter la taille du marché pour chaque type de technologie. Ce niveau d'analyse dépasse l'étendue de cette étude.

Types de technologies	**Taille globale du marché pour les biens et services environnementaux**				
Échelle	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**
A) Réserve de combustibles					
1. Augmentation de l'efficacité énergétique et de l'efficacité au niveau du carbone pour le traitement des combustibles			Ukraine		
Efficacité énergétique pour le raffinage des huiles brutes	* Koweit * Nigéria * Oman * EAU	* Iran * Arabie saoudite * Vénézuela	* Chine * Mexique * Norvège Fédération de Russie * Turquie Pologne	* RU	* États-Unis
Du gaz naturel aux combustibles liquides	* Algérie * Malaisie * Turkménistan * Uzbekistan	* Indonésie * Arabie saoudite	* Australie * Pays-Bas * Norvège * Fédération de Russie	* RU	* États-Unis
Récupération plus efficace des sables bitumineux, mise à jour	* Koweit * Nigéria * Oman * EAU	* Iran * Arabie saoudite * Vénézuela	* Chine * Mexique * Norvège * Fédération de Russie * Turquie	* RU	* États-Unis
Récupération plus efficace du gaz naturel	* Algérie * Bangladesh	* Indonésie * Malaisie	* Australie * Pays-Bas	* RU	* États-Unis

Types de technologies	Taille globale du marché pour les biens et services environnementaux				
Échelle	0	1	2	3	4
	* Turkménistan * Uzbekistan	* Arabie saoudite	* Norvège * Fédération de Russie		
Méthane de houillère		* Indonésie * Afrique du Sud	* Australie Chine Inde * Kazakhstan République de Pologne Fédération de Russie Ukraine		* Allemagne * États-Unis
Gazéification in situ		* Indonésie * Afrique du Sud	* Australie Chine * Kazakhstan * République de Pologne * Fédération de Russie Ukraine		
2. Réduction des émissions fugitives de gaz					
Torchage amélioré	* Algérie * Turkmenistan * Uzbekistan	Indonésie * Malaisie	Fédération de Russie		
Aérage de mine		* Indonésie	* Chine * Inde * Kazakhstan		
Pertes de pipelines	* Algérie * Turkmenistan * Uzbekistan	* Indonésie * Malaisie	Fédération de Russie		
Valves à faible risques de fuites, raccords, etc.	* Algérie * Turkmenistan * Uzbekistan	* Indonésie * Malaisie	Fédération de Russie		
B) Production d'énergie					
1. Conversion plus efficace des combustibles en génération électrique	Bangladesh Mongolie Tanzanie Vietnam	Égypte	Mexique Ukraine		
Production d'énergie au charbon hautement efficace		Hongrie Indonésie Philippines * Afrique du Sud	* Australie Chine Inde République de Pologne Fédération de Russie	* RU	* Allemagne * Japon *États-Unis
Gazéification intégrée à cycle combiné		* Iran * Arabie saoudite	Chine * Pays-Bas * Fédération de Russie * Thaïlande Inde	* Italie * RU	* Allemagne * Japon * États-Unis

Types de technologies	Taille globale du marché pour les biens et services environnementaux				
Échelle	0	1	2	3	4
			Brésil		
Réservoirs à carburant			Chine Inde		
2. Virage vers des combustibles à plus faible teneur en carbone			Thaïlande		
Remplacement du gaz naturel par le charbon et le pétrole	Bolivie Bulgarie Tanzanie	République tchèque Égypte Hongrie Vénézuela	* Australie Kazakhstan Mexique République de Pologne Fédération de Russie Thaïlande		* États-Unis
Remplacement du charbon par le mazout			Inde		
Cocuisson de la biomasse		* Afrique du Sud	* Australie Brésil * Chine Inde * Fédération de Russie Mexique	* RU	* Allemagne * États-Unis
Hydrogène					
3. Utilisation augmentée du nucléaire	* Pakistan	République tchèque	* Chine * Inde * République de Corée * Turquie		* Japon
4. Utilisation augmentée des complexes énergétiques intégrés (cogénération)	Bulgarie Myanmar Tanzanie Vietnam	République tchèque Égypte Hongrie Philippines	Inde Kazakhstan République de Lettonie Mexique Thaïlande Pologne		
5. Mise à jour ou remplacement des centrales existantes	Bulgarie République de Moldova Tanzanie	Égypte Hongrie Roumanie	Brésil Kazakhstan Mexique Pologne Inde		
6. Utilisation augmentée des ressources renouvelables	Bhoutan Bolivie Bulgarie Gambie Lithuanie Tanzanie	République tchèque Égypte Hongrie Indonésie Afrique du Sud	Kazakhstan République de Lettonie Mexique Thaïlande Ukraine Pologne Inde		
Biomasse électrique	Belize Honduras Mongolie	Indonésie Philippines	Chine Inde Fédération de		

Types de technologies	Taille globale du marché pour les biens et services environnementaux				
Échelle	0	1	2	3	4
	Myanmar République slovaque		Russie Pologne		
Combustibles de transport de la biomasse			Chine		
Énergie hydroélectrique	Costa Rica Mongolie Népal	Indonésie Philippines * Vénézuela	* Brésil Chine Inde * Norvège Fédération de Russie * Suède Thaïlande		* Japon
Énergie marémotrice					
Énergie éolienne	Costa Rica Mongolie Pakistan Tanzanie	Égypte Indonésie Philippines	Chine Inde Mexique Fédération de Russie		
Énergie géothermique	Nicaragua		Fédération de Russie		
Énergie héliothermique	Tanzanie	Égypte	Chine		
Énergie solaire photovoltaïque	Bangladesh Bolivie Fidji Honduras Mongolie Sri Lanka Tanzanie		Chine Inde Fédération de Russie Brésil		
Photoconversion solaire avancée	Bangladesh Bolivie Honduras Micronésie Mongolie Tanzanie	Vénézuela	Chine Inde Mexique		
Énergie thermique des mers	Micronésie		Inde		
C) Utilisation finale d'énergie					
1. Industrie					
Procédés industriels améliorés * (pour les cimenteries)	Bolivie Ghana Tanzanie Vietnam	* Égypte * Indonésie	Chine Fédération de Russie Thaïlande * Ukraine Brésil	* Italie	* Allemagne * Japon * États-Unis
Intensité des émissions de carbone réduite			Ukraine		
Intensité énergétique réduite		Vénézuela	Chine Mexique Fédération de Russie		

Types de technologies	Taille globale du marché pour les biens et services environnementaux				
Échelle	0	1	2	3	4
Équipement industriel plus efficace	Bolivie Bulgarie Myanmar Vietnam Zimbabwe	République tchèque Égypte Hongrie Indonésie Philippines Afrique du Sud Vénézuela	Chine Estonie Inde République de Lettonie Mexique Fédération de Russie Thaïlande Ukraine Brésil		
Gestion de l'énergie améliorée dans les procédés industriels	Burkina Faso				
Électrotechnologies					
2. Transport					
Véhicules plus efficaces	Bangladesh Bolivie Bulgarie Mongolie Myanmar Tanzanie	République tchèque Hongrie Indonésie Philippines	Chine Inde Mexique Fédération de Russie Thaïlande Ukraine		
Systèmes de transmission de la prochaine génération					
3. Bâtiments (résidentiels et commerciaux)					
Appareils électroménagers et équipement plus efficaces	Bangladesh Bolivie Bulgarie Micronésie Myanmar îles Salomon Tanzanie Vietnam	République tchèque Égypte Hongrie Indonésie Philippines Afrique du Sud Vénézuela	Brésil Chine Estonie Inde République de Corée Mexique Fédération de Russie Ukraine		
Gabarit et design architectural améliorés	Bulgarie Mongolie	République tchèque Égypte Hongrie Vénézuela	Chine Fédération de Russie Ukraine		
4. Municipalités					
Décoration urbaine	Tanzanie				
Énergie de quartier		République tchèque Hongrie	Estonie République de Lettonie Fédération de Russie		
Transports en commun et gestion du trafic	Bangladesh Bulgarie Tanzanie	République tchèque Égypte	Chine Mexique Fédération de		

Types de technologies	Taille globale du marché pour les biens et services environnementaux				
Échelle	0	1	2	3	4
		Hongrie Indonésie Philippines	Russie		
D) Gestion du CO_2					
1. Séparation, capture et transport	Croatie			* États-Unis * Norvège * Japon	
2. Séquestration et stockage					
Puits agriculturaux	Mongolie		Inde Mexique Fédération de Russie		
Puits forestiers	Belize Bolivie Costa Rica Équateur Myanmar Népal Panama Vietnam	Indonésie Philippines	Chine Mexique Fédération de Russie Thaïlande		
Stockage géologique			Mexique	* États-Unis * Norvège	
Stockage en mer				* États-Unis * Norvège * Japon	
3. Utilisation					
Récupération du pétrole améliorée					
Produits à valeur ajoutée dérivés du CO_2 et du carbone					
E) Sources non afférentes à l'énergie					
1. Façons améliorées d'aborder la pollution non énergétique		République tchèque Indonésie	Brésil Mexique Thaïlande * Fédération de Russie Ukraine	* Italie	* Allemagne * États-Unis
Capture et utilisation du gaz d'enfouissement					
Composés de rechange pour le SFG et les HFC					
Cendres volantes dans le ciment			Chine		
Réduction des émissions de méthane provenant des laiteries et du bétail	Bangladesh Costa Rica * Éthiopie * Islande Myanmar Népal	Indonésie * Irlande * Nouvelle-Zélande Roumanie * Vénézuela	* Australie Chine Inde Mexique * Kazakhstan * République	* France * RU	* Japon * Allemagne * États-Unis

Types de technologies	Taille globale du marché pour les biens et services environnementaux				
Échelle	0	1	2	3	4
	Pakistan * République slovaque Uruguay		de Pologne * Fédération de Russie * Espagne Ukraine		
Réduction des émissions de méthane provenant des champs de riz	Vietnam	* Indonésie Philippines	* Chine * Inde		
F) Permettre des technologies transversales					
1. Réservoirs à carburant			Chine Inde Mexique		
2. Stockage de l'énergie					
3. Technologies de l'hydrogène					
4. Matières avancées					
5. Procédé biotechnologique					
6. Méthodes de séparation avancées			Chine		
7. Intégration de systèmes					
8. Technologie de l'information et technologies antipollution			Fédération de Russie		

Annexe 7A

Brèves descriptions des évaluations des besoins des pays

Les États-Unis

Les États-Unis possèdent probablement le potentiel de marché le plus exceptionnel pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les gaz à effet de serre. Ce potentiel est le résultat d'un ensemble de facteurs. Les États-Unis sont les plus importants émetteurs de gaz à effet de serre et se sont engagés à réduire ces émissions de 7 % par rapport à leurs émissions de référence de 1990. De plus, les États-Unis ont entrepris divers programmes relatifs aux changements climatiques qui augmentent la demande pour des technologies sûres. Comme les entreprises canadiennes ont eu l'occasion de remarquer, les États-Unis sont de loin le marché le plus important et le plus évolué en matière d'environnement à l'échelle mondiale. Les récompenses éventuelles ainsi que le niveau de concurrentialité sont tous deux immenses.

Australie

L'Australie est un pays ayant un potentiel de marché exceptionnel pour les fournisseurs de technologies atténuant les gaz à effet de serre. Cela est dû en partie à son haut niveau d'émissions de gaz à effet de serre et au fait que ce pays semble activement engagé à élaborer une stratégie nationale d'atténuation du changement climatique.

Bien que l'Australie soit le cinquième plus important fabricant de charbon au monde, ses émissions sont faibles et ne comptent que pour 1,4 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales. Toutefois, l'Australie est le sixième plus important émetteur de CO_2 provenant du secteur de l'énergie par habitant, derrière le Canada, les États-Unis, le Kazakhstan, les EAU et Singapour[10].

La production d'énergie compte pour plus de la moitié des émissions de gaz à effet de serre de l'Australie et continuera d'être la principale source des émissions futures. Les émissions totales de CO_2 de l'Australie en 1995 totalisaient 289,8 millions de tonnes métriques. De ce total, 178,5 millions de tm provenaient de la combustion des combustibles. Les émissions totales de méthane, selon les données de 1990, totalisaient 6,2 millions de tm, dont près de la moitié provenaient du bétail alors que seulement le sixième provenaient de l'extraction des combustibles.

D'autres sources principales d'émissions comprennent l'utilisation de l'énergie dans l'industrie et dans le secteur du transport. Une faible quantité d'émissions provient des émissions fugitives de CO_2 et de méthane, qui surviennent lors le l'extraction des combustibles[11].

---

[10] www.dfat.gov.au/environment/climate/cc_aus_approach.html. *Climate Change : Australia's Approach*, 26 mars 1999.
[11] I. bid.

La Fédération de Russie

La Russie possède un potentiel de marché important pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les émissions de gaz à effet de serre. Ce potentiel provient du fait que la Russie compte parmi les plus importants émetteurs de gaz à effet de serre. Par surcroît, la Russie est un signataire du Protocole de Kyoto et a établi une cible pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il est toutefois clair qu'étant donné les immenses problèmes économiques auxquels la Russie fait face, les fournisseurs canadiens de technologies sans danger pour le changement climatique auront à franchir l'important obstacle que constitue le fait d'assurer le financement pour les exportations de ces technologies.

La Pologne

La Pologne possède un potentiel de marché important pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les émissions de gaz à effet de serre. Ce potentiel provient en partie de ses émissions de gaz à effet de serre et de sa situation en tant que pays de l'Annexe B au sens du Protocole de Kyoto, ayant une cible de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La Chine

De tous les pays en voie de développement, la Chine est considérée comme possédant l'un des plus important potentiel de marché. Son potentiel est dû principalement à sa base industrielle évoluant rapidement et au fait que la Chine compte à elle-seule pour plus de la moitié des émissions totales de gaz à effet de serre de l'Asie et pour environ 10 % des émissions totales à l'échelle mondiale[12]. La Chine est également le plus important émetteur de CO_2 parmi les pays en voie de développement.

Les données de 1990 relatives aux émissions indiquent que les émissions de CO_2 provenant de la combustion des combustibles totalisaient 2,4 milliards de tm, des procédés industriels, 106 milliards de tm et des émissions nettes de CO_2, 2,5 milliards de tm. Les émissions de méthane provenant de l'extraction des combustibles totalisaient 5,7 millions de tm, du bétail, 8,9 millions de tm et des déchets, 0,8 millions de tm. Les émissions totales de méthane totalisaient 33,8 millions de tm.

Les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre de la Chine proviennent des procédés de production d'énergie, des chaudières industrielles inefficaces et des moteurs de véhicules du secteur du transport. La grande dépendance de la Chine envers le charbon en ce qui a trait à 75 % de ses besoins en matière d'énergie a entraîné une large contribution aux émissions de gaz à effet de serre du pays. En 1994, 80 % des émissions de CO_2 étaient le résultat de la combustion du charbon. On prévoit que la consommation annuelle de charbon passera de 1,2 milliard de tonnes à plus de 1,4 milliard de tonnes d'ici l'An 2000.

La qualité de l'air est également touchée par l'utilisation croissante des véhicules motorisés. On compte environ 9,3 millions de voitures et de camions en Chine[13]. D'ici 2020, on prévoit que le nombre de véhicules urbains sera 12 à 22 fois plus élevé qu'aujourd'hui. Les véhicules

[12] www.dfait-maeci/gc. *China : Air Pollution Control Market*, 23 mars 1999.
[13] US Department of Commerce. *China : Environmental Technologies Export Market Plan*, 1996.

chinois émettent 2,7 à 7,5 fois plus d'hydrocarbures, 2 à 7 fois plus d'oxydes nitreux et 6 à 12 fois plus de monoxyde de carbone que les véhicules étrangers.

L'Inde

Comme la Chine, l'Indre est l'un des pays possédant le plus important potentiel de marché pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les émissions de gaz à effet de serre. Et comme c'est le cas pour la Chine, ce potentiel pourrait devenir encore plus important si les pays en voie de développement s'engagent à réduire les émissions de gaz à effet de serre en vertu du Protocole de Kyoto. En général, le potentiel de marché de l'Inde provient du fait que ce pays est l'un des plus important émetteur de CO_2 en Asie après la Chine et le Japon. En 1995, les émissions nettes de CO_2 de l'Inde totalisaient 908,7 millions de tm[14].

Les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre de l'Inde proviennent des unités industrielles participant à la génération de l'énergie thermique et à la fabrication de l'acier et du ciment[15]. Les émissions industrielles sont le résultat des inefficacités dans les procédés industriels et l'équipement. En termes de génération d'électricité, l'efficacité de l'Inde relativement à la production d'énergie thermique est plus ou moins faible en comparaison avec les normes de l'Ouest. L'efficacité de la génération des centrales thermiques alimentées au charbon n'est que de 30 % en comparaison avec la moyenne de 37 % de l'OCDE[16].

Les demandes de l'Inde, de plus en plus importantes en matière d'énergie, ne peuvent être comblées que par l'augmentation de la capacité de génération et de transmission. L'Inde devra également améliorer son efficacité à tous les points de vue en ce qui a trait à son cycle d'énergie, soit de la production à la consommation. Des mesures efficaces en matière d'énergie peuvent possiblement ajouter jusqu'à 30 % à la puissance de sortie du pays[17]. D'ici 2010, l'Inde prévoit ajouter 115 GW à sa capacité actuelle de 82 GW. De ce total, l'Agence internationale de l'énergie prévoit que 50 à 65 GW proviendront de l'alimentation au charbon, 11 GW de l'alimentation au gaz naturel et le reste, de l'énergie hydraulique prépondérante[18].

Le Mexique

Le Mexique possède un potentiel de marché global important pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les gaz à effet de serre. Ce potentiel est dû à une gamme de facteurs, tels que le fait que le Mexique est un signataire du Protocole de Kyoto, qu'il a participé à de nombreux projets d'activités mises en oeuvre conjointement et que son marché environnemental compte parmi les 25 marchés les plus importants pour les biens et services environnementaux à l'échelle mondiale[19].

---

[14] World Resources, 1998, voir op. cit.
[15] www.dfait-maeci/gc. *India : Environmental Market Report*, 22 mars 1999.
[16] www.dfait-maeci/gc. *India : Power Sector Market Report*, 22 mars 1999.
[17] I. bid.
[18] I. bid.
[19] Environmental Business Journal, 1995, voir op. cit.

Le Brésil

Le Brésil était un pays ne possédant pas un grand potentiel de marché pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les gaz à effet de serre. Toutefois, il existe une possibilité à l'effet que le Brésil possédera un potentiel de marché important s'il en venait à s'engager volontairement à réduire les émissions de gaz à effet de serre au sens du Protocole de Kyoto, comme l'ont fait d'autres pays non annexés (p. ex. l'Argentine et le Kazakhstan). Pourtant, il existe présentement de bonnes occasions de créneaux de marché pour des technologies spécifiques sans danger pour le changement climatique. En 1994, les émissions totales de CO_2 produites par le Brésil totalisaient 3,4 millions de tonnes métriques, desquelles 2,2 millions provenaient de la combustion des combustibles[20].

Avec une population comptant plus de 160 millions de personnes, et une capacité énergétique actuelle de 55 000 MW, le Brésil constitue le marché le plus attirant pour les technologies efficaces en matière d'énergie en Amérique latine. La croissance démographique et économique rapide augmente la consommation d'énergie à un taux de 6 à 7 % par année. Environ 95 % des besoins du Brésil en matière d'énergie proviennent actuellement de l'énergie hydroélectrique. Le reste des besoins sont liés au diesel, au charbon de bois et au bois, au gaz naturel et à l'énergie nucléaire. La plupart des occasions de développement hydro-électrique ont déjà été saisies au Brésil, donc, au cours des prochaines années, ce pays prévoit augmenter le rendement énergétique de la génération thermique de gaz naturel et des sources d'énergie renouvelable à petite échelle.

Le but caressé par le Brésil consiste à augmenter les réserves de gaz naturel de 10 % dans le tableau du secteur de l'énergie d'ici 2005. D'ici là, le rendement du gaz naturel augmentera et passera du taux actuel totalisant 9 millions de m^3 par jour à environ 50 millions de m^3 par jour. De janvier à septembre 1997, le nombre de centrales alimentées au gaz est passé de deux à 14 au Brésil[21]. De 1996 à 2005, Electrobrás, le service appartenant auparavant à l'état, prévoit une augmentation supplémentaire de 27 GW relativement à la capacité actuelle, représentant une augmentation annuelle de 4,9 % de la demande en électricité. Petrobrás, la société pétrolière et gazière nationale, dépense 2 milliards de dollars américains annuellement pour doubler sa production de pétrole brut en cinq ans, soit de 1998 à 2003. L'espoir consiste à réduire les importations de façon importante d'ici 2001. On prévoit que cela entraînera une concession supplémentaire de six centrales thermiques ayant une capacité totale de plus de 2 GW.

L'Espagne

L'Espagne possède un potentiel de marché important pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les gaz à effet de serre. Ce potentiel est dû à un ensemble de facteurs; l'Espagne est la neuvième plus importante puissance industrielle du monde, compte parmi les dix plus importants importateurs de pétrole brut (55 tm en 1996)[22], et le charbon constitue l'une des principales sources d'énergie de l'Espagne ainsi qu'un important contributeur aux émissions totales de gaz à effet de serre du pays. Bien qu'une cible particulière à ce pays n'ait

[20] World Resources, 1998, voir op. cit.
[21] www.dfait-maeci/gc. *Brazil : Energy Market*, 19 mars 1999.
[22] Agence internationale de l'énergie. *Key World Energy Statistics*, 1998.

pas été établie, l'Espagne contribue à l'effort global de l'Union européenne visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre de 8 % afin de respecter la cible établie en vertu du Protocole de Kyoto pour la première période budgétaire.

En 1990, les émissions nette de CO_2 de l'Espagne totalisaient 204,2 millions de tm. La combustion des combustibles totalisait 209,4 millions de tm et les procédés industriels, 17,7 millions de tm. Les changements au niveau de l'utilisation des terres ont entraîné l'élimination d'une partie du CO_2, réduisant les émissions de 23,2 tm. Les émissions de méthane produites par l'Espagne, qui totalisaient 2,2 millions de tm en 1990, sont plus ou moins faibles par rapport à celles produites par les autres pays de l'Union européenne. Les principales sources d'émission de méthane sont la combustion des combustibles, qui totalisent 76 000 tm, le bétail et les émissions provenant des déchets des lieux d'enfouissement.

Le pétrole brut importé et le charbon espagnol sont les principaux combustibles brûlés pour la production d'énergie. Le charbon espagnol est très dispendieux, n'a pas un bon rendement du point de vue énergétique et est subventionné pour concurrencer avec le charbon importé. Le secteur produit 18 millions de tonnes de charbon par année, desquelles 95 % sont utilisées pour la génération d'électricité. La production de gaz naturel est négligeable, faisant de l'Espagne un importateur net de gaz naturel. Toutefois, le gouvernement espagnol obtient un succès mitigé en ce qui a trait à la promotion de l'utilisation du gaz naturel en tant que principale source d'énergie, afin de remplacer d'autres combustibles à forte teneur en carbone.

L'Ukraine

Le potentiel global du marché de l'Ukraine est important pour les fournisseurs canadiens de technologies sans danger pour le changements climatique. L'Ukraine est le huitième plus important émetteur de gaz à effet de serre du monde et est caractérisé par des procédés industriels inefficaces et une économie dépendant des industries axées sur l'énergie. L'Ukraine est une nation habritant 1 % de la population mondiale, pourtant, elle consomme 2 % de l'énergie mondiale[23]. Pour ces raisons, l'Ukraine est considérée comme étant un important joueur dans le domaine des changements climatiques mondiaux.

En 1990, les émissions nettes de dioxyde de carbone de l'Ukraine totalisaient environ 648,2 millions de tm, le secteur de l'énergie constituant la source première. La combustion des combustibles représentait plus de 90 % des émissions de CO_2 et les procédés industriels, environ 31,8 millions de tm. Le secteur de l'énergie de l'Ukraine constitue également une source principale des émissions de méthane. En 1990, les émissions de méthane totalisaient 9,5 millions de tm. De ce chiffre, environ 6,3 millions provenaient de l'extraction et de la combustion des combustibles. Les émissions de méthane provenant du bétail totalisaient seulement 2,2 millions de tm. Les émissions d'oxyde nitreux totalisaient 25 000 tm. En 1996, les émissions de carbone liées à l'énergie représentaient environ 1,6 % des émissions mondiales de carbone[24].

---

[23] Pacific Northwest National Laboratory. *Cities in a No Regrets Climate Strategy : Lessons From Transition Economies*, octobre 1997.

[24] United States Energy Information Agency, 1998. *Ukraine.* septembre

L'Ukraine possède des réserves importantes de combustibles. Il existe six raffineries de pétrole en Ukraine, comprenant la *Lysychansk Oil Refinery* située dans l'est de ce pays, soit la plus importante en Europe de l'Est[25]. L'Ukraine possède également de vastes ressources de charbon. Donbass, le plus vaste bassin d'exploitation de charbon, contient du charbon métallurgique, de l'anthracite, et un haut niveau de charbons thermiques ainsi que du méthane de houillère. Il existe 14 usines de combustibles importantes et 10 usines d'hydroélectricité. Le pays compte également une installation assez importante de génération d'électricité nucléaire ainsi que des réserves d'uranium considérables. L'Ukraine reçoit également du combustible nucléaire provenant des têtes explosives de missiles démontés de Russie.

L'Ukraine a signé la CCNUCC et participe au *Country Studies Program* (CSP) des États-Unis[26]. De plus, l'Ukraine est un pays signataire du Protocole de Kyoto et a établi une cible de 0 % (i.e. la stabilisation) relativement à la réduction des émissions pour la première période budgétaire par rapport aux niveaux d'émission de 1990. Bien que le pays n'accueille présentement aucun programme de projets conjoints de mise en oeuvre, des dirigeants du ministère de la protection de l'environnement ont exprimé leur désir de contribuer à l'efficacité énergétique, à l'utilisation de nouvelles ressources énergétiques (telles que le méthane de houillère) ainsi qu'à des projets conjoints de mise en oeuvre visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. La participation dans de tels projets est perçue comme étant un moyen d'atténuer les crises ukrainiennes économiques et énergétiques, lesquelles constituent une haute priorité pour le gouvernement[27].

La République tchèque

La République tchèque représente un bon potentiel de marché relativement à certains créneaux pour les fournisseurs canadiens de technologies sans danger pour le changement climatique. La République tchèque est le neuvième plus important émetteur de gaz à effet de serre en Europe et est signataire de la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) ainsi que du Protocole de Kyoto. Elle a commencé à évaluer de quelle manière elle peut réduire ses émissions de gaz à effet de serre. Elle accueille présentement trois projets pilotes conjoints de mise en oeuvre qui touchent l'efficacité énergétique, la reforestation et le virage relatif aux combustibles en collaboration avec les États-Unis et le Danemark, les Pays-Bas et la France.

En 1990, les émissions nettes de dioxyde de carbone de la République tchèque totalisaient environ 136,3 millions de tm, dont 97 % provenaient du secteur de l'énergie[28]. La combustion des combustibles et les procédés industriels représentaient respectivement 157,4 millions de tm et 8,4 millions de tm des émissions de CO_2 de la République tchèque. Le secteur de l'énergie constitue également une source principale des émissions de méthane. En 1990, les émissions de méthane totalisaient 0,9 million de tm, desquelles environ 0,6 million provenait

[25] DFAIT. *A Guide to Doing Business in Ukraine*, mai 1998.
[26] Pacific Northwest National Laboratory. *Cities in a No Regrets Climate Strategy : Lessons From Transition Economies*, octobre 1997.
[27] 1995. *Joint Implementation in Countries in Transition : An Analysis of the Potentiel and Barriers*, mars. (www.pnj.gov/aisu/jiforweb.htm), 25 avril 1999.
[28] Advanced International Studies Unit : Pacific Northwest National Laboratory. *Climate Change Mitigation : Case Studies from the Czech Republic*, février 1998.

de l'extraction et de la combustion des combustibles. Les émissions de méthane provenant du bétail ne comptaient que pour 0,2 million de tm. Les émissions d'oxyde nitreux totalisaient 26 000 tm en 1990.

L'électricité est produite à partir de sources fossiles, nucléaires et hydroélectriques. La République tchèque contient environ 95 % des réserves de charbon de l'ancienne Tchécoslovaquie, composées principalement de charbon dur (houille). La plus grande partie de ce charbon provient de 16 mines souterraines du Bassin Ostrava-Karina, situé dans la région de l'est de la Silésie. Le charbon représente environ 88 % de l'énergie produite en République tchèque ainsi que près de la totalité des exportations d'énergie nette du pays.

La République tchèque ne compte qu'une centrale nucléaire exploitable située à Dukovany. Celle-ci fournit 13 % de l'énergie du pays. La centrale est équipée de quatre générateurs assez récents ayant une puissance de 440 MW. La centrale nucléaire de Temelin du sud de Bohème est encore en construction et possédera une capacité de 2 000 MW lorsqu'elle sera complétée à la fin de 1999.

Les émissions de gaz à effet de serre de la République tchèque, et la plus grande partie de ses problèmes de pollution atmosphérique, sont dus principalement à la consommation finale et à des procédés inefficaces en matière d'énergie. Dans toute la République tchèque, 9000 chaudières et 550 centrales de cogénération sont installées. Environ les deux cinquièmes de ces centrales ont plus de 30 ans.

Afin d'améliorer la qualité de l'air, le gouvernement a élaboré un plan énergétique visant à réduire la pollution provenant des centrales alimentées en charbon brun à forte teneur en soufre, en particulier dans la région du sud de Bohème[29]. Selon ce plan, 54 % de l'énergie proviendra des centrales thermiques à vapeur d'ici l'An 2000, tandis que 11 % proviendra des centrales hydroélectriques et 35 % des centrales nucléaires[30]. Le gouvernement met également en oeuvre de nombreux projets liés à la réduction des émissions de gaz à effet de serre afin d'atteindre une efficacité énergétique dans les secteurs industriels et municipaux. Les changements les plus importants dans la consommation de combustibles en République tchèque au cours des prochaines années seront le résultat du virage des diverses sources de combustibles (principalement le charbon) vers le gaz naturel. L'entreprise Transgas calcule que la demande pour le gaz naturel doublera de 1993 à 2005[31]. Donc, bien que la réduction des émissions de gaz à effet de serre ne constitue pas une priorité pour la République tchèque, ses efforts visant à augmenter son efficacité énergétique entraîneront indirectement la diminution des gaz à effet de serre.

Pour ces raisons, la République tchèque est considérée comme étant un marché idéal pour l'exportation de technologies efficaces en matière de technologie.

---

[29] Advanced International Studies Unit : Pacific Northwest National Laboratory. *Climate Change Mitigation : Case Studies from the Czech Republic*, février 1998.
[30] I. bid.
[31] I. bid.

L'Argentine

Les nouveaux marchés environnementaux et énergétiques possèdent un grand potentiel pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les émissions de gaz à effet de serre. En moins de dix ans, l'Argentine s'est transformée d'un pays incapable de répondre à ses propres besoins en électricité en un pays qui non seulement répond à tous ses besoins intérieurs, mais également à une partie des demandes de ses voisins. L'Argentine possède une ressource énergétique de base suffisante pour répondre aux besoins énergétiques grandissants pendant bien des années encore. Le pays est riche en ressources naturelles d'énergie, dont le charbon, le potentiel hydro-électrique, le pétrole et le gaz.

Suite aux réformes survenues dans le secteur de l'énergie, les volumes totaux de production et les réserves d'hydrocarbures ont doublé au cours de la dernière décennie, et la capacité de génération totale a augmenté d'un tiers. La consommation d'énergie a augmenté de plus de 30 % depuis 1990 et a presque doublé depuis 1980[32]. En raison de cela, l'Argentine est le troisième plus important émetteur de gaz à effet de serre de l'Amérique latine et la source principale de ces émissions est le secteur de l'énergie, nouvellement privatisé. Les exploiteurs d'installations privées sont en train de mettre en oeuvre des mesures ainsi que des technologies de conservation de l'énergie afin de minimiser les pertes d'énergie résultant des procédés inefficaces.

En 1994, les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) de l'Argentine, ne comprenant pas l'utilisation des terres et le changement, ainsi que la croissance des forêts, totalisaient 114,3 millions de tm. La combustion des combustibles totalisait 109 millions de tm, soit environ 95 %, alors que les procédés industriels totalisaient 4,2 millions de tm, soit environ 4 %. Les émissions de méthane (CH_4) de l'Argentine au cours de la même année totalisaient 3,2 millions de tm. La principale source des émissions de méthane est le secteur agricole de l'Argentine, où 82 % des émissions sont le résultat de la fermentation du bétail et du traitement du fumier. En 1994, les émissions d'oxyde d'azote (NOx) totalisaient environ 623 000 tm, desquelles 99 % étaient le résultat de la combustion des combustibles[33].

En 1996, le tableau énergétique de l'Argentine était composé de 40 % d'énergie thermique, de 44,1 % d'énergie hydraulique, de 5,5 % d'énergie nucléaire et de 3,2 % d'énergie renouvelable. De ces derniers 3,2 %, 87,1 % de cette énergie provenait de la biomasse, 10,6 % des centrales hydroélectriques de petite taille, 1,6 % de l'énergie éolienne, 0,6 % de l'énergie solaire photovoltaïque et 0,1 % de l'énergie géothermique[34].

En novembre 1998, lors de la Quatrième conférence des parties de la Convention-cadre des Nations-Unis sur les changements climatiques (CCNUCC), tenue à Buenos Aires, le gouvernement de l'Argentine s'est engagé à diriger d'autres nations en voie de développement dans le cadre des efforts visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre[35]. L'Argentine est également signataire du Protocole de Kyoto et s'est engagée

[32] US Energy Information Administration.- Argentina, novembre 1998.
[33] gouvernement de l'Argentine. *Final Report of the Project Study of Climate Change in Argentina Greenhouse Gas Inventory*, décembre 1997.
[34] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Argentina Solar Energy Equipment Market Research Report*, 1997.
[35] US Energy Information Administration. *Argentina*, novembre 1998.

volontairement à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Bien que les détails de cet engagement soient encore en phase d'élaboration, l'Argentine a déjà entrepris les négociations afin d'accueillir des projets conjoints de mise en oeuvre touchant la production d'électricité par cycle combiné et la collecte et l'utilisation du gaz d'enfouissement.

La Thaïlande

Le Royaume de Thaïlande peut fournir de bonnes occasions de créneaux pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les gaz à effet de serre. Les efforts visant à améliorer les données relatives aux émissions de gaz à effet de serre de la Thaïlande sont en cours et fourniront un tableau plus complet au fur et à mesure que les données seront améliorées. Présentement, la plupart des données publiées concernant les émissions proviennent du secteur de la combustion des combustibles. En 1996, les émissions de CO2 provenant de la combustion des combustibles totalisaient 175 220 tm[36].

En 1998. la Thaïlande possédait 161 groupes générateurs et une capacité totale d'environ 18,2 GW. Les types de combustibles utilisés par les centrales comprennent le gaz naturel (34,7 %), le mazout (19,7 %), le lignite (18,1 %), l'hydroélectricité (6,4 %), le pétrole léger (1,3 %) et la puissance importée (19,8 %)[37]. La consommation d'électricité en fonction du secteur était, en 1998, répartie comme suit : industriel (49 %), résidentiel (23,3 %), commercial (22 %) et autres (5,7 %)[38].

Le secteur du transport est le secteur contribuant de plus en plus rapidement aux émissions de gaz à effet de serre en Thaïlande. Le taux annuel de croissance pour les véhicules motorisés enregistrés en Thaïlande a fluctué entre 6,6 % et 32,5 % durant la première moitié des années 1990[39]. En dépit du manque d'espace pour les routes, d'une contamination atmosphérique sévère et des prix élevés relativement au pétrole, le nombre de véhicules motorisés enregistrés pourrait doubler au cours des dix prochaines années. Afin de combattre les impacts environnementaux de cette croissance, le gouvernement du Royaume de Thaïlande prévoit réduire les importations de pétrole liées au transport, atténuer les problèmes sévères de pollution atmosphérique urbaine et réduire les émissions de gaz à effet de serre.

La Thaïlande compte parmi les signataires originaux de la Convention-cadre des Nations-Unis sur les changements climatiques et a ratifié l'accord en décembre 1994 visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Elle n'a toutefois pas encore signé le Protocole de Kyoto, mais elle a démontré un désir d'entreprendre des projets pilotes démontrant la viabilité des technologies atténuant les émissions de gaz à effet de serre. Par exemple, elle met présentement sur pied un projet pilote d'activités mises en oeuvre conjointement avec le Japon, visant à améliorer l'efficacité des centrales thermiques alimentées au charbon. Ces entreprises génératrices d'électricité du Japon collaborent avec l'*Electricity Generating Authority of Thailand* (EGAT) sur ce projet. L'EGAT est une entreprise d'État qui produit

[36] Agence internationale de l'énergie. *Key World Energy Statistics*, 1998.
[37] US Department of Commerce. *Thailand Electric Power Overview*, 23 avril 1999.
[38] I. bid.
[39] The International Institute for Energy Conservation, Sustainable Transport Program. *Alternative Transport Fuel Investment Opportunities in Kangkok, Thailand*, 1er septembre 1997.

presque toute l'électricité de la Thaïlande. Ce projet utilisera des technologies de conservation de l'énergie pour une centrale de 310 MW[40].

D'autres efforts dans le secteur de l'énergie, entrepris dans un but autre que la réduction des émissions de gaz à effet de serre, suggèrent que la Thaïlande offre déjà un potentiel de marché important pour des créneaux de technologies visant à atténuer les gaz à effet de serre. En 1991, la Thaïlande est devenue la première nation asiatique à introduire officiellement un programme de gestion axée sur la demande (GAD). L'EGAT, en collaboration avec la *Metropolitan Electricity Authority* (MEA) et la *Provincial Electricity Authority* (PEA), est responsable de la mise en oeuvre du programme de 189 millions de dollars américains. Le programme a atteint un succès important en ce qui a trait à la promotion de procédés efficaces en matière d'énergie. À la fin de 1997, les estimations initiales du programme de GAD ont démontré des économies d'énergie cumulatives de 1427 GWH, une réduction de la capacité limite de 238 MW et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 1,16 millions de tonnes de CO_2 par année. Selon la Banque mondiale, le projet de GAD de la Thaïlande est le meilleur de l'Asie et se classe parmi les huit premiers sur un total de 110 programmes à l'échelle mondiale[41].

[40] Projets conjoints de mise en oeuvre en ligne : www.ji.org/maps/htm/thailand.shtml (12 mai 1999)
[41] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan*, 1998.

Annexe 7B

Évaluation détaillée des besoins internationaux (par pays)

7.1 États-Unis
7.2 Australie
7.3 Fédération de Russie
7.4 Pologne
7.5 République populaire de Chine
7.6 Inde
7.7 Mexique
7.8 Brésil
7.9 Espagne
7.10 Ukraine
7.11 République tchèque
7.12 Argentine
7.13 Thaïlande

7.1 les États-Unis

7.1.1 Besoins en matière de technologie

Les États-Unis ont des besoins importants pour une technologie sans danger pour le climat dans le secteur de l'énergie. Ce pays est le plus important producteur d'énergie commerciale ainsi que le plus grand consommateur d'énergie.[1] La plus grande partie de l'énergie provient des combustibles solides.

Les émissions nettes de dioxyde de carbone totalisaient 4,6 milliards de tonnes métriques (tm) en 1994, soit le taux le plus élevé au monde. La majorité de ces émissions provenait de la combustion des combustibles fossiles, qui représentait 5,1 milliards de tm. Les émissions résultant de la combustion des combustibles fossiles sont légèrement compensées par les changements survenant dans l'utilisation des terres, qui améliorent la capacité des puits de carbone de 532 000 tm. Les autres émissions de dioxyde de carbone proviennent des procédés industriels, essentiellement de la production de ciment. Les émissions totales de méthane des États-Unis totalisaient 28,1 millions de tm en 1994 et provenaient avant tout des déchets, du bétail, des mines de charbon et des systèmes au gaz naturel. Les émissions d'oxyde nitreux totalisaient 359 000 tm.[2]

Dans l'ensemble, les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre des États-Unis sont les centrales électriques, le transport, l'industrie lourde et les déchets.[3] Les prévisions actuelles suggèrent qu'une réduction de 390 millions de tonnes métriques par

---

[1] US EPA. *Inventory of US Greenhouse Gas Emissions and Sinks*, 1990-96, 1996
[2] World Resources. *A Guide to Global Resources*, 1998-99.
[3] www.dfait-maeci.gc . *United States*, 26 mars 1999.

année (tm/an) des émissions de carbone est nécessaire pour stabiliser aux niveaux de 1990 les émissions des États-Unis en 2010. La cible que les États-Unis se sont engagés à atteindre d'ici la première période budgétaire du Protocole de Kyoto représente environ une réduction de 23 % des émissions de gaz à effet de serre par rapport au scénario de maintien du statu quo.

La demande la plus importante pour des technologies provient de la production d'énergie, de l'énergie renouvelable et de l'utilisation ultime d'énergie. Étant donné la situation actuelle de l'économie américaine, le fait d'investir dans le rendement énergétique constitue la façon la plus rentable de réduire les émissions de dioxyde de carbone.[4] Donc, les besoins les plus importants des États-Unis sont pour des technologies efficaces en matière d'énergie. Les demandes liées aux domaines suivants font partie de l'ensemble des demandes particulières pour des technologies atténuant les gaz à effet de serre (GES) :

Réserve de combustibles fossiles

- *Méthane de houillère* : Le plus récent *US Climat Action Plan*[5] nécessite une augmentation de la recherche et du développement en ce qui a trait à la récupération du méthane à partir du charbonnage.[6]
- *Réduction des émissions fugitives de gaz :* Le programme STAR de gaz naturel, un programme volontaire, fixe un point de référence à l'échelle de l'industrie permettant d'évaluer le rendement du contrôle des fuites et des émissions à travers tout le système de gaz naturel. L'USEPA prévoit étendre le partenariat existant afin d'inclure des transmissions supplémentaires, une distribution et des entreprises de production.[7]

Production d'énergie

- *Transformation plus efficace des combustibles fossiles en génération électrique.* L'industrie américaine d'électricité cherche à améliorer le rendement thermique de ses centrales.
- *Charbon épuré – production d'énergie au charbon à haut rendement*
- *Piles à combustible* : Les États-Unis prévoient accélérer la commercialisation de technologies efficaces en matière de piles à combustible, par le biais de coentreprises avec des services publics, des organisations de recherche et des responsables du développement de technologies.[8]
- *Cogénération – augmentation de l'utilisation de complexes énergétiques intégrés.* Avec l'augmentation de la déréglementation de l'industrie de l'électricité état par état, ont prévoit que les débouchés pour des technologies de cogénération augmenteront.
- *Remplacer le charbon et le pétrole par le gaz naturel :* Le plan d'action américain suggère l'augmentation de l'utilisation du gaz naturel. Le *Clean Air Act*

[4] Gouvernement des ÉTATS-UNIS *US Climate Action Report*, 1995.
[5] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1995, voir op. cit.
[6] I. bid.
[7] I. bid.
[8] I. bid.

encourage l'utilisation du gaz naturel en tant que stratégie visant à diminuer la pollution. Le gouvernement des États-Unis prévoit également augmenter le taux de commercialisation des technologies hautement efficaces en matière de piles à combustible. Le gouvernement continuera également à mettre en oeuvre des réformes réglementaires qui augmenteront la disponibilité et l'utilisation du gaz naturel.[9]

- *Favoriser les combustibles à plus faible teneur en carbone* : Les services publics participant au programme volontaire *Climate Challenge* peuvent faire appel à un bon nombre de mesures d'atténuation des émissions afin de réduire les émissions de GES. Favoriser les combustibles à plus faible teneur en carbone constitue l'une de ces mesures.

  Dans le domaine des biocombustibles, l'éthanol cellulosique, un biocombustible prometteur fabriqué à partir des déchets agriculturaux et forestiers, ne produit aucune émission nette de carbone; le département de l'Énergie des États-Unis prévoit réduire le coût de l'éthanol à moins de 0,70 dollars américains au gallon d'ici 2010.
- *Cocuisson de la biomasse* : La cocuisson de la biomasse à l'aide de charbon dans certaines centrales pourrait entraîner des réductions d'émissions importantes. Une étude réalisée pour l'USEPA a calculé des estimations de coût détaillées qui indiquent que la cocuisson de la biomasse est possiblement viable dans de nombreuses parties des États-Unis.[10]
- *Augmentation de l'utilisation des ressources renouvelables* : L'*Energy Policy Act* de 1992 (EPAct) comprend des mesures incitatives visant à promouvoir l'utilisation des ressources renouvelables. Ces mesures incitatives ont donné naissance au *Renewable Energy Technology Consortium*, formé de services publics, ayant pour but de mettre l'accent sur la commercialisation des programmes *d'énergie éolienne, photovoltaïque, géothermique et tirée de la biomasse*. Le DOE (département de l'Énergie) des États-Unis facilitera l'achat en gros de ces technologies, qui permettront aux fabricants d'augmenter leur capacité de production et de réduire les coûts de leurs centrales. Cela augmentera la concurrentialité de ces technologies dans le marché.[11]
- *Énergie éolienne* : On prévoit que la construction d'éoliennes permettra la production d'énergie à un coût inférieur à 0,03 dollars américains par kilowattheure d'ici 2010. De nombreuses régions des États-Unis constituent des marchés prometteurs pour l'énergie éolienne.
- *L'énergie hydroélectrique* : Un potentiel technologique important existe en ce qui a trait à l'augmentation de la génération dans les installations hydroélectriques, mais dans le passé, des obstacles institutionnels ont empêché la réalisation de ces augmentations profitables. *Profitable Hydroelectric Efficiency Upgrade*, une initiative récente visant à augmenter le rendement hydroélectrique de façon profitable, a éliminé certains de ces obstacles et permettra à des responsables du développement non fédéraux d'investir dans la rénovation des installations

[9] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1995, voir op. cit.
[10] ICF Kaiser Consulting Group. *An Assessment of the Potential for Biomass Cofiring In the US*, 1996
[11] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1995, voir op. cit.

hydroélectriques existantes et de vendre l'énergie supplémentaire à des taux en vigueur sur le marché.[12]

- *Rénover ou remplacer les centrales existantes :* Il existe environ 50 millions de transformateurs de distribution aux États-Unis, dont 40 millions constituent des services publics. Environ 61 milliards de kWh par année sont perdus durant la distribution d'électricité par des transformateurs. Il existe donc un besoin important et immédiat pour l'amélioration de l'efficacité des réseaux de transmission et de distribution. L'USEPA met présentement en oeuvre un programme d'identification *Energy Star* visant à encourager les services publics d'électricité à investir dans des transformateurs à haut rendement énergétique. Le DOE des États-Unis fournit également de l'aide aux services publics quant à l'*Integrated Resource Planning* (IRP) (planification des ressources intégrée) afin que ces derniers examinent tous les choix possibles avant d'élaborer leurs plans de ressources, tels que les technologies de production d'énergie renouvelable et l'amélioration du rendement de la génération, de la transmission et du matériel de distribution. Ce programme augmentera également le soutien fédéral pour l'élimination des obstacles réglementaires à *l'augmentation de l'utilisation du gaz naturel et de l'énergie renouvelable.*[13]

Utilisation ultime d'énergie

Industrie

- *Procédés industriels améliorés :* La *Motor Challenge* initiative est un programme volontaire mis en oeuvre par le DOE des États-Unis. Ce dernier travaillera en collaboration avec l'industrie afin de mettre à l'essai, vérifier et diffuser des renseignements relativement au potentiel d'économie des systèmes de moteurs industriels à bon rendement énergétique et par la suite, il tentera d'obtenir des engagements de la part de l'industrie quant à l'utilisation de ces systèmes.[14]
- *Équipement industriel plus efficace :* En plus du *Motor Challenge*, le programme *Golden Carrot* pour les appareils industriels est en phase de mise en oeuvre. Ce programme est semblable au programme *Golden Carrot* pour les appareils ménagers.[15]

Transport

- *Véhicules plus efficaces :* La *Climate Change Technology Initiative* (initiative technologique pour le changement climatique) comprend un plan visant à fournir des crédits d'impôt pour l'achat de véhicules à carburant à haut rendement.[16] Le *US Climate Action Plan* comprend également des initiatives ayant pour but de réduire la distance parcourue et d'encourager la population à utiliser le transport en commun.[17] Le *Partnership for a New Generation of Vehicles* (partenariat pour une nouvelle génération de véhicules) conçoit des véhicules à la fine pointe de la technologie qui seront trois fois plus avantageux en ce qui a trait à la

[12] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1995, voir op. cit.
[13] I. bid.
[14] I. bid.
[15] I. bid.
[16] www.dfait-maeic/gc . *United States*, 26 mars 1999.
[17] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1995, voir op. cit.

consommation de carburant que les véhicules d'aujourd'hui, mais qui demeureront sécuritaires et abordables.

- *Bâtiments (commerciaux et résidentiels) :* Le gouvernement des États-Unis a déclaré qu'il prévoit réduire de 30 % l'utilisation d'énergie au pied carré d'ici 2005 (par rapport aux niveaux de référence de 1985). Le *State Buildings Energy Incentive Fund* a été créé afin de financer la conception et le lancement des programmes de gestion de l'énergie pour les bâtiments publics. Des efforts sont fournis pour examiner et réviser le *Residential Building Code.* Le programme *Cool Communities* encourage la plantation d'arbres projetant de l'ombre autour des bâtiments afin de réduire la demande pour de la climatisation durant l'été.[18]
- *Appareils et équipement plus efficaces :* Les États-Unis ont élaboré un programme intitulé *Golden Carrot,* semblable au programme industriel, créant une mesure incitative pour la conception d'appareils ménagers ayant un meilleur rendement. De plus, le calendrier pour l'examen et la révision de la *National Appliance Conservation Act* de 1987, visant à introduire de nouvelles normes pour les appareils ménagers, est accéléré.[19]
- *Transport en commun et gestion du trafic :* L'USEPA a mis sur pied un programme de partenaires de transport conçu pour désigner des mesures pouvant promouvoir la réduction des émissions de GES.

Gestion du dioxyde de carbone

- *Puits forestiers* : Les États-Unis entreprennent présentement des actions visant à protéger le carbone séquestré dans les forêts. Une initiative consiste à diminuer les coupes dans les forêts anciennes. De plus, des efforts sont fournis pour recycler les produits forestiers, réduisant ainsi la demande pour des nouveaux produits et par conséquent, augmentant les puits de carbone forestiers. Le *US Department of Agriculture's (USDA) Forest Service* fournira une aide technique et économique aux propriétaires de forêts non industriels, afin de les aider à prendre des décisions sûres en matière de placement, autant au plan sylvicole que financier. Le gouvernement des États-Unis. participe également à l'accélération de la plantation d'arbres dans des forêts non industrielles par le biais de consultations techniques gratuites et de plans de gestions destinés aux propriétaires fonciers de forêts.[20]

- *Sources non énergétiques afférentes*
  - *Collecte et utilisation des gaz d'enfouissement :* L'USEPA met présentement sur pied une règle plus sévère pour réduire les émissions de méthane provenant des sites d'enfouissement en vertu du *Clean Air Act.* On prévoit que la règle touchera au moins 10 % des 6000 sites d'enfouissement aux États-Unis.[21]
  - *Composés visant à remplacer les SFG et les HFC :* L'USEPA, sous la protection des modifications de 1990 du *Clean Air Act,* réduira l'étendue des utilisations permises pour les HFC comportant de hauts risques pour le réchauffement, là où de meilleures solutions existent. L'USEPA mettra également sur pied des

[18] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1995, voir op. cit.
[19] I. bid.
[20] I. bid.
[21] I. bid.

partenariats avec les fabricants de produits chimiques afin de soutenir les efforts visant à limiter les émissions par produit.

- *Réduire les émissions de méthane provenant des systèmes destinés aux laiteries et au bétail :* AgSTAR constitue un effort de partenariat américain entre le secteur public et le secteur privé, conçu pour aider les exploitants de fermes laitières et de fermes porcines à utiliser le méthane provenant du fumier pour produire de l'énergie à la ferme. L'USEPA et l'USDA participent également à un programme de sensibilisation mettant l'accent sur l'efficacité de la production et la réduction des émissions de méthane en fonction du boeuf, du porc ou du lait produit.[22]

7.1.2 Les facteurs influençant les besoins en matière de technologie

Les États-Unis ont signé le Protocole de Kyoto et se sont engagés à réduire les émissions de GES de 7 % par rapport aux niveaux de 1990 d'ici 2008 à 2012. Alors qu'une certaine demande pour des technologies atténuant les GES sera augmentée grâce aux programmes ou aux mesures volontaires, dont le US Climate Action Plan, la demande importante pour de telles technologies sera susceptible de naître si le gouvernement des États-Unis ratifie le Protocole de Kyoto.

Le besoin pour une technologie sans danger pour le climat sera probablement augmenté par le biais d'exigences afférentes à d'autres questions d'ordre environnemental et énergétique où certaines technologies peuvent régler autant les problèmes locaux que climatiques. Par exemple, l'ozone au niveau du sol constitue encore un problème dans plusieurs villes, et de nombreux états ne sont pas conformes aux exigences du *Clean Air Act.* Les technologies réduisant la pollution atmosphérique et les émissions de GES seront très en demande. De plus, le mouvement visant à déréglementer davantage le marché de l'électricité aux États-Unis peut fournir des occasions grandissantes pour les exportations canadiennes d'électricité à faible ou à taux inexistant de carbone afin de déloger l'électricité américaine à haut taux de carbone.

Le premier *US Climate Change Action Plan,* élaboré en 1993, comprend des mesures incitatives de marché, de la recherche et du développement, des cadres réglementaires améliorés, et intensifie les programmes existants afin de respecter les engagements des États-Unis relativement à la réduction des émissions de GES.[23] Le plan d'action a fourni des occasions permettant de réduire les émissions de ces gaz dans tous les principaux secteurs.

De plus, la *Climate Change Technology Initiative* (CCTI) a été annoncée par le Président Clinton en 1997. Cette stratégie comprend neuf points et propose un financement supplémentaire totalisant 6,3 milliards de dollars américains jusqu'à l'exercice de 2003 du gouvernement des États-Unis. La CCTI est conçue pour encourager le rendement énergétique et pour aider à développer des sources d'énergie à faible teneur en carbone. Elle est constituée d'incitatifs fiscaux et de dépenses liées à la recherche et au développement. La CCTI touche quatre importants secteurs contribuant aux émissions de

[22] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1995, voir op. cit.
[23] I. bid.

carbone de l'économie américaine : les bâtiments, l'industrie, le transport et l'électricité.[24]

Des facteurs démographiques peuvent également contribuer à l'augmentation du besoin pour des technologies atténuant les GES. Les États-Unis possèdent l'économie la plus puissante, diverse et évoluée en matière de technologie, et ce, à travers le monde, avec un PIB totalisant 28 600 dollars américains par habitant, soit le plus important parmi les principales nations industrielles. En 1998, la population des États-Unis a atteint 273,74 millions de personnes. La moyenne estimée de la croissance annuelle de la population est de 0,8 % pour les années 2005 à 2010.[25] Quoique certaines réalisations importantes ont été effectuées en ce qui a trait au rendement énergétique, la demande américaine pour l'énergie et la mobilité augmente tandis que la population et les niveaux moyens de revenu continuent d'augmenter. Pour cette raison, on prévoit que le transport sera la source la plus grandissante d'émissions de dioxyde de carbone en l'An 2000.

Une augmentation des émissions de GES provenant des États-Unis peut également survenir suite à l'augmentation de la croissance économique. Aux États-Unis, le PIB réel a augmenté de 6,1 % au cours du quatrième trimestre de 1998, selon les premières estimations du revenu national et des recettes. Cette augmentation de 6,1 % est la plus importante depuis celle survenue lors du deuxième trimestre de 1996 et est presque le double du taux annuel de croissance de 3,1 % du PIB depuis le commencement de l'essor actuel, survenu au cours du deuxième trimestre de 1991.[26] On peut prévoir que les émissions de GES augmenteront alors que les demandes pour de l'énergie industrielle augmenteront.

Bien que le marché de l'électricité américain soit déjà plus ou moins concurrentiel, l'administration Clinton propose de réorganiser le marché afin d'atteindre une plus forte concurrentialité, ce qui pourrait se traduire en des incitatifs économiques qui pourraient entraîner les producteurs à produire plus d'électricité en utilisant moins de combustibles et à améliorer le rendement énergétique.[27] Cela pourrait augmenter la demande pour des combustibles propres et pour des technologies efficaces en matière d'énergie. L'impact net de cette réorganisation sur les émissions de GES est toutefois encore incertain. Les coûts relatifs à l'énergie sont susceptibles de diminuer et pourraient en réalité augmenter la demande industrielle et individuelle pour de l'électricité.

7.1.3 Facteur influençant l'accès aux marchés

Depuis la mise en oeuvre de l'Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis (ALÉ) le 1er janvier 1989, le commerce bilatéral de produits et services et le revenu de placement ont augmenté de 83 %. Après une croissance de 22 % en 1994, le commerce bilatéral de marchandises a augmenté d'un autre 12,5 % en 1995, pour atteindre 370,7

[24] www.dfait-maeic/gc, 26 mars 1999, voir op. cit.
[25] World Resources, 1998, voir op. cit.
[26] www.doc.gov. *Bureau of Economic Analysis*, 26 mars 1999.
[27] US EPA, 1996, voir op. cit.

milliards de dollars canadiens, suite à l'Accord de libre-échange nord-américain (ALÉNA), ayant été mis en oeuvre en 1994. Actuellement, l'ALÉNA, conjointement avec l'Organisation mondiale du commerce (OMC), régit le partenariat commercial entre le Canada et les États-Unis. L'augmentation du commerce avec les États-Unis s'est poursuivie de manière importante en vertu de l'ALÉNA, qui réduit davantage les barrières commerciales touchant les exportations canadiennes vers les États-Unis.

Bien que la grande majorité du commerce canadien avec les États-Unis se fasse sans encombres, il existe encore certains obstacles empêchant la libre circulation des marchandises, services et investissements entre le Canada et les États-Unis.

Il existe de nombreuses lois et réglementations fédérales américaines limitant l'investissement étranger aux États-Unis. Par exemple, il existe des restrictions pour les investissements canadiens dans les secteurs de la radio et de la télévision américaines, des transporteurs aériens, des chantiers navals, des opérations bancaires et de l'assurance, des transports maritimes et des pêches, des industries des ressources naturelles, des communications et des secteurs afférents à la défense. Les programmes fédéraux et d'état de recherche et de développement contiennent parfois des réglementations empêchant les entreprises canadiennes de devenir membres de consortiums.

Bien qu'un nombre important de marchés publics soit protégé par l'accord sur les marchés publics de l'OMC et de l'ALÉNA, de nombreux obstacles aux exportations canadiennes subsistent. La Loi visant à encourager l'achat de produits des É.-U. touche encore certains contrats fédéraux et la législation afférente créée des barrières se propageant du financement fédéral jusqu'aux contrats d'état et locaux. La Loi visant à encourager l'achat de produits des É.-U. décourage également indirectement les distributeurs américains de vendre des marchandises canadiennes, étant donné que de telles marchandises pourraient nécessiter un inventaire séparé en ce qui a trait aux biens admissibles à des contrats publics et à ceux non admissibles à une telle utilisation.

Les gouvernements d'État et locaux américains et les entités du secteur privé reçoivent souvent un financement de projet fédéral, à la condition que le marché soit limité aux fournisseurs américains. Pour cette raison, l'utilisation de produits canadiens dans le cadre de tels projets, souvent dans des secteurs de grand intérêt pour les exportateurs canadiens, par exemple, les approvisionnements et l'équipement afférents au domaine des transports, peut s'avérer difficile, voire impossible.

Les exigences réglementaires s'appliquant aux produits peuvent grandement varier en vertu de la législation américaine sur la protection du consommateur, la santé publique, la sécurité et l'environnement. Il existe une différence importante en ce qui a trait aux procédures permettant d'évaluer la conformité obligatoire des produits. Les réglementations d'état, régionales et locales régissant la reconnaissance et l'accréditation en laboratoire peuvent également nuire à l'accès au marché.

Au cours de la visite du Président américain Bill Clinton à Ottawa en 1995, les agences canadiennes et américaines d'immigration et des douanes ont signé un accord établissant

des objectifs communs pour une approche conjointe quant à la gestion de la frontière Canada - États-Unis. Les objectifs sont conçus pour promouvoir le commerce international; faciliter le déplacement des gens et des marchandises à la frontière; fournir une plus grande protection contre les activités illégales; et réduire les coûts.

Selon l'Environmental Business Journal, les États-Unis sont le plus important marché environnemental au monde, ce dernier totalisant 165,5 milliards de dollars américains.[28] On prévoit que le marché croissera à un taux annuel de 4 %. La croissance globale prévue du marché environnemental américain est présentée ci-dessous :

Année	1997	1998	1999	2000	2001
milliards de dollars américains	186,2	193,6	201,4	209,8	217,8

Les nouvelles activités environnementales découlant des mesures entreprises pour réduire les émissions de GES entraîneront une croissance supplémentaire et étendue, supérieure à ces prédictions.[29]

Les États-Unis sont actuellement intéressés par une technologie peu coûteuse sans danger pour le climat et le principal débouché pour les fournisseurs canadiens d'une telle technologie se trouve dans la collaboration avec les entreprises américaines par le biais de contrats ou de contrats de sous-traitance à court terme, et par le biais de la conception de technologie en collaboration à long terme.[30]

La concurrence au niveau des technologies sans danger pour le climat est féroce dans le marché américain. L'économie américaine est très orientée vers le marché. Sur l'ensemble, les principaux partenaires commerciaux des États-Unis sont le Canada (20 %), l'Europe de l'Ouest (18 %), le Japon (16.5 %) et le Mexique (8 %). Le Canada et les États-Unis sont chacun le principal partenaire commercial de l'autre et ont la plus importante relation commerciale bilatérale du monde. En 1995, la valeur des marchandises, des services et du revenu d'investissement transitant entre le Canada et les États-Unis totalisait 454,1 milliards de dollars canadiens. Étant donné le succès obtenu jusqu'à maintenant par les entreprises canadiennes en ce qui a trait à l'accès aux marchés américains, les possibilités d'une augmentation des exportations de technologies sans danger pour le climat sont prometteuses.

7.2 l'Australie

7.2.1 Besoins en matière de technologie

[28] Environmental Business Journal. *The Global Environmental Market and US Environmental Industry Competitiveness*, 1995.
[29] www.dfait-maeic.gc, 26 mars 1999, voir op. cit.
[30] I. bid.

Les besoins de l'Australie en matière de technologie comprennent les suivants :

La production d'énergie

- *Production d'énergie à base de charbon hautement efficace :* Étant donné la forte dépendance de l'Australie envers le charbon, il existe un besoin pour une technologie visant à améliorer l'efficacité thermique des centrales alimentées au charbon.
- *Remplacer le charbon par le gaz naturel* : Le gouvernement australien met présentement en oeuvre des réformes relatives à l'industrie du gaz. On prévoit donc que le gaz représentera 21 % des combustibles utilisés pour la production d'électricité thermique en 2010, comparativement à 9 % en 1995-1996.[31]
- *Énergies renouvelables, comprenant la cocuisson de la biomasse, l'hydrogène, l'énergie hydroélectrique, marémotrice, géothermique, solaire photovoltaïque et thermique des mers :* Le gouvernement australien participe activement à une variété d'efforts visant à concevoir et à promouvoir une technologie permettant de produire de l'énergie renouvelable. Par exemple, il continue de fournir un soutien pour ce type de technologie par le biais d'une initiative pour de l'énergie renouvelable, qui a pour but de raffermir le développement de cette industrie. Un appui supplémentaire est fourni aux *Cooperative Research Centres* (centres de recherches collectives) ayant pour principal but de mettre sur pied des technologies utilisant l'énergie renouvelable et permettant de réduire le changement climatique.[32] L'Australie impose une cible obligatoire aux producteurs d'électricité à l'effet que ceux-ci doivent puiser 2 % supplémentaire de leur électricité dans les sources renouvelables, et ce, d'ici l'an 2010. L'Australie donnera 60 millions de dollars australiens pour la commercialisation des technologies utilisant l'énergie renouvelable.[33] On trouve parmi les autres mesures appuyées par le gouvernement pour la conception de technologies utilisant l'énergie renouvelable le programme *Showcase* – un programme de subventions concurrentielles totalisant 10 millions de dollars australiens destinées aux activités de grande envergure utilisant l'énergie renouvelable, le *Renewable Energy Commercialisation Program* – un programme de subventions concurrentielles totalisant 30 millions de dollars australiens visant à appuyer la démonstration et la commercialisation d'équipement et de services novatifs utilisant l'énergie renouvelable, et enfin, le *Renewable Energy Equity Fund* – un fonds de capital-risque pour les petites entreprises novatrices utilisant l'énergie renouvelable.[34]
- *Électricité tirée de la biomasse* : La *Rocky Point Green Energy Corporation* a reçu une subvention de 3 millions de dollars australiens pour installer la plus récente technologie utilisant la biomasse au *Rocky Point Sugar Mill.* Une centrale de cogénération électrique de 30 MW utilisant la biomasse sera exploitée à

[31] www.dfait-maeic.gc, 26 mars 1999, voir op. cit.
[32] I. bid.
[33] www.dfat.gov.au/environment/, 26 mars 1999, voir op. cit.
[34] www.greenhouse.gov.au/pubs/factsheets/fs_solar.html. *Solar, Wind, Oceans, and Rivers - Renewable Energy*, 26 mars 1999.

longueur d'année et utilisera des déchets de bois locaux pour fournir de l'électricité au quadrilatère Queensland.[35]

- *Énergie éolienne* : *Western Power Corp.* et *Powercorp Ltd.* ont reçu une subvention pour installer deux éoliennes supplémentaires à vitesse variable ainsi qu'un système de stockage d'énergie à Denham.[36]
- *Énergie héliothermique* : L'*International Centre for Application of Solar Energy* encourage et facilite l'utilisation durable de l'énergie solaire et renouvelable dans les pays en voie de développement (ce programme est dirigé par le gouvernement de l'Australie-Occidentale et le gouvernement du Commonwealth, sous l'autorité de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel). Les initiatives additionnelles comprennent un consortium composé d'*ANUTECH Pty Ltd*, de *Pacific Power*, et de *Transfield Pty Ltd.*, ayant reçu une subvention de 2 millions de dollars australiens pour installer dix-huit « gros réflecteurs » servant à recueillir l'énergie héliothermique à la *Eraring Power Station*. Le rendement des réflecteurs fournira 2,1 MW d'énergie héliothermique au quadrilatère d'électricité de *New South Wales*.[37] Une autre subvention donnée à l'*Austa Energy Corp.* et à la *Stanwell Corp.* leur permettra de construire une centrale ayant une puissance de 5 MW.

Utilisation ultime d'énergie

Industrie

- *Procédés industriels améliorés* : Le gouvernement australien travaille en étroite collaboration avec l'industrie pour améliorer l'efficacité de l'énergie industrielle. Le *Greenhouse Challenge* de l'Australie travaille avec le secteur privé afin d'encourager les réductions volontaires des émissions de GES.[38] *The Victorian Energy Smart Companies* est une initiative gouvernementale fournissant de l'aide aux industries de Victoria afin qu'elles améliorent leur efficacité énergétique et qu'elles réduisent leurs émissions de GES.[39]

Transport

- *Véhicules plus efficaces* : Une vaste gamme de programmes de recherches universitaires existent pour construire des véhicules solaires. L'Australie tente également d'améliorer le rendement du carburant des véhicules en imposant à l'industrie automobile une cible de 15 % relativement à l'amélioration de cette efficacité et ce, d'ici 2010.[40] Le fait de mettre sur pied un système de transport plus efficace en améliorant le transport public a amélioré l'infrastructure et les réformes dans les domaines du cabotage et des expéditions par chemin de fer.[41] Des accords volontaires avec l'industrie manufacturière et du transport existent également.

---

[35] www.greenhouse.gov.au/ . *Renewable Energy Showcase*, 26 mars 1999.
[36] I. bid.
[37] I. bid.
[38] www.dfat.gov.au/environment/, 26 mars, voir op. cit.
[39] I. bid.
[40] I. bid.
[41] I. bid.

Bâtiments (résidentiels et commerciaux)

- *Appareils et équipement plus efficaces :* Le *Green Lights Consortium* a été mis sur pied pour mettre en oeuvre le programme *Energy Smart Homes*. Ce programme est conçu pour améliorer l'efficacité énergétique et réduire les émissions de GES dans le secteur domestique. L'Australie comporte un *National Appliance and Energy Efficiency Committee* ainsi que des procédures d'essais normalisées et des normes de rendement énergétique dans les nouveaux bâtiments. Au niveau du rendement : le but consiste à améliorer le rendement énergétique des appareils électriques et de l'équipement, la construction, la désignation de la consommation d'énergie, l'adoption de procédures d'essais normalisées et les normes de rendement énergétique des nouveaux appareils. Il existe également des accords volontaires entre les producteurs et les importateurs. Tous les ministères du Commonwealth sont obligés d'entreprendre des vérifications annuelles de la consommation d'énergie de leurs bâtiments et de leurs activités, de déclarer leurs objectifs particuliers relativement au rendement ainsi que le progrès réalisé dans le cadre de la mise en oeuvre de mesures efficaces en matière d'énergie.

Gestion du dioxyde de carbone

- *Puits forestiers et agriculturaux* : L'Australie plantera des forêts et restaurera la végétation de certaines régions afin d'augmenter les puits forestiers. Ce programme est soutenu par le *Natural Heritage Trust* de l'Australie, qui recevra 1,25 milliard de dollars australiens sur une période de cinq ans à partir de 1997 afin d'appuyer les initiatives telles que *Landcare* (protection des terres), *Bushcare* (protection des zones forestières vierges) et *National Vegetation Initiative* (initiative nationale de végétation), ainsi que le *National Reserve System* (système national de réserves) afin de minimiser la perte de végétation et d'augmenter l'absorption du CO2.[42]

Sources non énergétiques afférentes

- *Gaz d'enfouissement* : L'Australie prévoit réduire les émissions de méthane en adoptant une stratégie nationale visant à minimiser les déchets et à encourager la réutilisation et le recyclage.
- *Réduire les émissions de méthane provenant des systèmes destinés aux laiteries et au bétail.*

7.2.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

L'Australie est signataire du Protocole de Kyoto et est déterminée à diminuer ses émissions de GES de 8 % par rapport aux niveaux de 1990. Selon des estimations australiennes, cela représentera une réduction d'environ 20 % par rapport aux scénarios de maintien du statu quo d'ici 2008 à 2010. De plus, l'Australie a un programme d'aide à l'étranger qui finance présentement des projets contribuant directement à la réduction des émissions de GES. Ces projets sont essentiellement réalisés dans les régions de l'Afrique

[42] www.dfat.gov.au/environment/, 26 mars 1999, voir op. cit.

et de l'Asie-Pacifique. Par exemple, l'Australie participe actuellement à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement visant à conserver l'énergie de climatisation avec les îles Salomon.

L'Australie compte une population plus ou moins petite, soit 18,4 millions de personnes en 1996. On prévoit que la croissance annuelle moyenne de la population de ce pays sera de 1 % pour la période allant de 2005 à 2010.[43] En comparaison avec d'autres pays de l'OCDE, cela représente une croissance rapide. La population croissante de l'Australie sera un facteur contribuant à l'augmentation de la demande en énergie, des émissions de GES et par conséquent, de l'augmentation de la demande pour une technologie atténuant ces émissions.

L'Australie constitue la quatorzième plus importante économie industrielle au monde. En 1996-1997, le PIB de l'Australie totalisait 400 milliards de dollars américains.[44] La croissance économique pour l'exercice de 1995-1996 était de 4,1 %. La crise économique permanente à laquelle toute la région asiatique fait face depuis 1997 a créé l'incertitude et l'instabilité dans l'économie australienne. À long terme, les possibilités économiques de l'Australie sont en général favorables. Le fait d'introduire l'économie australienne dans la région en rapide croissance de l'Asie-Pacifique et de mettre davantage l'accent sur l'utilisation du forum de l'Organisation de coopération économique Asie-Pacifique afin de faire progresser la libéralisation économique régionale devrait également augmenter la croissance future.

Les réformes de marché permanentes ont éliminé certains des obstacles à l'introduction de nouvelles technologies d'approvisionnement énergétique pour la production d'électricité. Le fait de réduire le coût du gaz augmentera sa compétitivité par rapport à l'utilisation du charbon et encouragera sensiblement un virage quant aux combustibles utilisés. À moyen terme, une plus forte présence de gaz offrira une occasion importante de réduire l'intensité des GES de l'approvisionnement énergétique et ce, d'une façon compétitive en ce qui a trait au coût.

7.2.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

Le gouvernement australien accueille l'investissement étranger compatible avec la collectivité australienne, en particulier si cet investissement est destiné à des industries orientées vers l'exportation et créée des possibilités d'emploi. Certaines restrictions sur la propriété étrangère existent pour les médias, l'aviation civile, l'exploitation minière et certains types de biens immobiliers. En 1998, l'investissement global américain en Australie – soit la plus importante source d'investissement étranger dans ce pays – totalisait plus de 72 milliards de dollars américains et représentait 24 % de l'investissement étranger total.

[43] World Resources, 1998, voir op. cit.
[44] www.dfat.gov.au/environment/, 26 mars 1999, voir op. cit.

Depuis 1984, les gouvernements australiens successifs ont réduit ou éliminé les mesures tarifaires et les mesures d'aide sectorielle. Tous les tarifs ont été réduits de 5 % ou moins en 1996, à l'exception des textiles, des vêtements, des chaussures et de certains produits automobiles. En mai 1996, le gouvernement australien a réduit le dégrèvement tarifaire disponible pour les importateurs de marchandises par le biais de changements apportés au *Tariff Concession Scheme* (TCS) (programme de concession douanière). Le TCS s'applique aux marchandises importées en Australie pour lesquelles il n'existe aucune marchandise équivalente fabriquée au pays. Le TCS renonce à tout droit payable pour les entrées d'activités importées et les biens de consommation, mais exige qu'un minimum de 3 % du droit à prix de faveur soit payé.

L'Australie possède une base de recherche de premier ordre ayant à son actif des réalisations dont elle a fait la preuve, en particulier dans les domaines de l'énergie solaire, thermique, photovoltaïque et de la biomasse. Les technologies utilisant l'énergie renouvelable ainsi que la fabrication en Australie sont en bonne position pour tirer profit des marchés d'exportation.[45] Maintenant que la privatisation et que la déréglementation sont des réalités, le besoin de l'Australie pour de l'énergie renouvelable et des technologies efficaces en matière d'énergie est grandissant. Donc, bien que des débouchés permettant d'entrer dans le marché environnemental de l'Australie existent, la concurrentialité des fournisseurs intérieurs de technologies environnementales limite ces débouchés.

De nombreux services publics se dirigent vers des activités économisant l'énergie, où la participation à la technologie d'utilisation ultime sera plus importante, en particulier où les électrotechnologies peuvent fournir un avantage concurrentiel aux producteurs. Il existe des occasions pour les entreprises canadiennes fournissant les services et l'équipement suivants : vérifications énergétiques, produits à haut rendement énergétique (éclairage, chauffage, climatisation), équipement d'essais, conception, maintenance de systèmes à haut rendement énergétique, systèmes de commandes de moteurs automatisés, cogénération, énergie renouvelable, systèmes de gestion de l'énergie, équipement de contrôle des émissions, instrumentation de contrôle des processus, ingénierie et construction, ventilation, technologies et services environnementaux, équipements tels que les chaudières, les compresseurs, la tuyauterie, les pompes et ventilateurs, les réservoirs, les servomoteurs électriques, les valves, les transformateurs de puissance, les conduits d'air destinés à l'industrie du textile et de nombreux autres produits visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Les liens de l'Australie avec la région de l'Asie-Pacifique, qui représente plus de la moitié du flux commercial de l'Australie, sont particulièrement solides. En 1997, les exportations de l'Australie totalisaient 56 milliards de dollars américains. La majorité des marchandises exportées étaient destinées aux États-Unis (5,5 milliards de dollars américains) au Japon, à la Corée du Sud, à la Nouvelle-Zélande, à Singapour et à Taiwan. En 1998, les importations vers l'Australie étaient évaluées à 59 milliards de dollars américains. Les marchandises étaient avant tout importées des États-Unis (13,7

[45] www.dfat.gov.au/environment/, 26 mars 1999, voir op. cit.

milliards), du Japon, de l'Allemagne, du RU, de la Chine, de la Nouvelle-Zélande, de Taiwan et de Singapour.[46]

7.3 la Fédération de Russie

7.3.1 Besoins en matière de technologie

La Russie produit certaines des émissions de gaz à effet de serre les plus élevées au monde. En 1990, les émissions nettes de dioxyde de carbone étaient de 1,8 milliards de tm. Bien que 2,3 milliards de tm proviennent de la combustion des combustibles fossiles, les changements relatifs à l'utilisation des terres absorbent 587 millions de tm de dioxyde de carbone, réduisant ainsi les émissions nettes de dioxyde de carbone de la Russie. En 1990, les émissions de méthane totalisaient 27 millions de tm et provenaient essentiellement de l'extraction des combustibles fossiles et jusqu'à un certain degré, du bétail et des déchets. Les émissions d'oxyde nitreux totalisaient environ 225 000 tm.[47]

Dans les centres urbains de la Russie, les niveaux de dioxyde de carbone et d'oxyde d'azote sont 12 fois plus élevés que le maximum permis durant les heures de pointe. Bien que le degré de pollution atmosphérique soit censé avoir diminué de 30 % depuis 1990, en raison du déclin économique et de la réduction de la production industrielle, quelques 16 000 morts par année sont encore attribuées aux particules en suspension dans l'air.[48] L'industrie des combustibles et de l'énergie de la Russie, en particulier les installations pétrolières et gazières, est la principale responsable de cette pollution. L'industrie souffre d'une vaste gamme de problèmes, dont les fuites dans les pipelines et l'inefficacité et la pollution des raffineries. Près de 60 % des entreprises russes sont perçues comme ayant un impact sévère sur l'environnement en raison de l'utilisation d'équipement et de technologie désuets.[49] Les installations de chauffage centralisé désuètes et inefficaces présentement exploitées représentent également une importante source d'émissions de GES.

La Fédération de Russie compte l'une des plus importantes industries énergétiques au monde. La Russie est le troisième plus important producteur de pétrole brut au monde, soit 303 millions de tonnes. De plus, la Russie produit 196 474 mm^3 de gaz naturel, soit la plus importante production de gaz naturel au monde. La Russie est également le plus important producteur de charbon jaune, soit 85 tm, et le sixième plus important producteur de charbon dur au monde, soit 157 tm.[50] En dépit de l'importance du secteur de l'énergie de la Russie, l'industrie fait face à de sérieuses difficultés depuis l'ère soviétique. La contribution aux émissions de gaz à effet de serre est l'un des nombreux problèmes auxquels ce secteur fait face.

---

[46] www.dfait-maeci/gc . *Australia*, 26 mars 1999.
[47] World Resources, 1998, voir op. cit.
[48] www.worldbank.org . *Pays et régions : Fédération de Russie*, 24 mars 1999.
[49] www.dfait-maeic.gc . *Russia*, 24 mars 1999.
[50] AIE. *Key World Energy Statistics*, 1998.

Le secteur pétrolier de la Russie subit actuellement d'énormes pressions quant à l'amélioration de l'efficacité de sa production. Une faible demande industrielle ainsi que des inquiétudes d'ordre environnemental liées aux défectuosités des pipelines ont entraîné une stagnation globale de l'industrie. Le gouvernement russe met en oeuvre diverses mesures visant à augmenter la production, telles que l'élimination des plafonds d'exportations de pétrole et la réduction de 20 % de la taxe à l'exportation du pétrole. En 1994, la Banque mondiale a estimé que la Russie a besoin de 15 à 20 nouveaux terrains d'ici l'An 2000. Les experts de l'industrie de l'Ouest prédisent que si les bonnes conditions sont en place pour les marchés économiques et l'investissement étranger, l'entrée du pétrole russe pourrait augmenter de façon modérée jusqu'à 350 à 370 millions de tonnes d'ici 2010.

La plus importante demande pour des technologies atténuant les émissions de GES est liée à l'industrie de l'énergie, le secteur pétrolier ayant les plus grands besoins, suivi des secteurs du gaz et du charbon. Les demandes particulières pour des technologies atténuant les GES comprennent celles relatives aux domaines suivants :

Réserves de combustibles fossiles

- *Rendement énergétique pour le raffinage du pétrole brut :* Les sociétés pétrolières russes subissent des pressions de la part du gouvernement quant à l'augmentation du rendement.
- *Méthane de houillère :* L'USEPA travaille à des projets visant à récupérer le méthane des mines de charbon.[51] ICF/EKO, une société de consultants de Moscou, prépare une étude de faisabilité financée par le PNUD relativement aux technologies utilisant le méthane de houillère en Russie.
- *Réduction des émissions fugitives de gaz et des pertes liées aux gazoducs :* L'USEPA travaille avec la Russie pour récupérer les émissions fugitives de méthane provenant des gazoducs (en particulier dans le système GAZPROM). Le groupe de travail de GAZPROM travaille également avec les États-Unis pour désigner les occasions permettant de réduire les émissions de méthane provenant du système de gaz naturel de la Russie par le biais de l'utilisation de la technologie américaine.[52]

  La Banque mondiale met présentement en oeuvre un projet financé par le Fonds pour l'environnement mondial afin de réduire les émissions de gaz naturel provenant des gazoducs.
- *Torchage amélioré :* La Russie a exprimé un besoin pour des mises à jour de son système de torchage des gaz.[53]
- *Valves à faible taux de fuites, raccords :* La Russie et les États-Unis participent à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement visant à capturer les émissions fugitives de gaz se produisant dans deux stations de

[51] Gouvernement des ÉTATS-UNIS. *US Government Support for Climate Technology Cooperation Projects and Activities*, 1998.
[52] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.
[53] www.itaiep.doc.gov.BISNIS. *Country Reports : Russian Federation*, 24 mars 1999.

compression. Le projet nécessite le scellement des valves des stations comportant des fuites.[54]

Production d'énergie

- *Production d'énergie à base de charbon à haut rendement :* La Russie est intéressée aux nouvelles technologies de production d'énergie au charbon ayant un rendement thermique supérieur.[55]
- *Énergie éolienne :* Le DOE des États-Unis fournit une aide technique afin de démontrer l'énorme potentiel pour des technologies éoliennes dans des locations éloignées des territoires du Nord de la Russie. En 1997-1998, 40 systèmes hybrides éoliens-diesel ont été installés dans 21 sites des territoires du Nord.[56]
- *Énergie solaire photovoltaïque :* Le DOE des États-Unis et le ministère russe des Combustibles et de l'Énergie ont mis sur pied des démonstrations de générateurs de toit diesel et cellules photovoltaïques au Parc Fili à Moscou. De l'aide est également fournie pour le lancement d'une installation de fabrication de systèmes d'énergie hybrides de générateurs diesel et cellules photovoltaïques à Moscou.[57]
- *Électricité tirée de la biomasse* : La Banque mondiale a autorisé un prêt de trois millions de dollars américains pour la construction d'une installation électrique alimentée aux déchets de bois ayant une puissance de 470 kW.[58]

Utilisation ultime d'énergie

Industrie

- *Équipement industriel plus efficace :* Les sociétés du secteur de l'énergie font l'objet de pressions quant à la mise à jour de l'élément environnemental de leurs activités, à savoir l'infrastructure et l'équipement désuets utilisés pour les pipelines.[59] Il est absolument nécessaire d'améliorer les niveaux actuels d'intensité d'énergie et de mettre à jour les procédés industriels.

Bâtiments

- *Appareils et équipement plus efficaces :* L'USEPA travaille en collaboration avec la Russie pour élaborer de nouveaux codes du bâtiment à haut rendement énergétique et un système de « passeport » énergétique visant à améliorer et à surveiller la consommation énergétique dans les bâtiments.[60]

  Le DOE des États-Unis collabore avec les fabricants américains de fenêtres afin de disséminer les technologies à haut rendement énergétique relativement aux fenêtres ainsi que des systèmes de cotation des fenêtres en Russie. Suite à

---

[54] USEPA.- *Activities Implemented Jointly:Third Report to the UN Framework Convention for Climate Change - Vol.1*, 1998.
[55] www.itaiep.doc.gov.BISNIS, 24 mars 1999, voir op. cit.
[56] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.
[57] I. bid.
[58] I. bid.
[59] www.dfait-maeci/gc . *Russia*, 24 mars 1999.
[60] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.

cela, le ministère russe de la Construction a fixé de nouvelles exigences plus sévères quant au rendement énergétique des fenêtres.[61]

- *Transport en commun et gestion du trafic :* La Banque mondiale a entrepris des négociations avec le gouvernement russe afin de financer les améliorations à l'infrastructure du transport en commun dans de nombreuses régions urbaines.
- *Énergie centralisée :* Le DOE des États-Unis et le Centre russe pour le rendement énergétique (CENEf) travaillent avec les municipalités dans le but de désigner, concevoir et financer des réhabilitations thermiques pour l'énergie centralisée. En 1997, 645 000 dollars américains ont été dépensés pour des améliorations du rendement. La Banque mondiale examine la possibilité d'un programme de prêts de 200 millions de dollars américains pour appuyer ces projets.[62] Des projets sont déjà en cours dans trois quartiers, à titre de projets d'activités mises en oeuvre conjointement entre la Russie et les États-Unis[63]

Gestion du dioxyde de carbone

- *Puits forestiers et agriculturaux :* La Russie et les États-Unis participent à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement dans le cadre duquel 2000 hectares de sovkhoze constituant des prairies de fauche seront transformés en forêt à Volodga, située à 300 milles terrestres au nord-est de Moscou.[64]
  Un autre projet d'activités mises en oeuvre conjointement entre la Russie et les États-Unis touche la transformation de 900 ha de terres agricoles stériles et de peuplements de forêts auparavant brûlés, en plantations devant servir de puits forestiers.[65]

Technologies de développement et technologies transversales :

- La Russie et les Pays-Bas participent à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement visant à réduire les émissions de CO2 en diminuant les pertes de chaleur grâce à l'installation de structures de serres modernes et à l'utilisation d'une technologie à haut rendement énergétique pour faire pousser les tomates. Plus particulièrement, le projet comprendra l'utilisation d'une installation de chauffage moderne (efficacité de 90 %) et/ou d'une centrale de cogénération; production de chaleur sur les terres (aucune perte due au transport); et une production de chaleur contrôlée par ordinateur en fonction de la demande réelle.[66]
- *Technologie de l'information et technologies antipollution :* La Russie et l'Allemagne participent à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement dans le cadre duquel GAZPROM et *Ruhrgas* mettront leur savoir-faire en commun relativement à l'optimisation des systèmes de contrôle des

[61] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.
[62] I. bid.
[63] USEPA, 1998, voir op. cit.
[64] I. bid.
[65] I. bid.
[66] www.unfccc.de . *UNFCCC-CC:INFO/AIJ - List of AIJ Projects*, 24 mars 1999.

canalisations. Pour ce projet conjoint, GAZPROM a choisi une section du système de pipeline Volgotransgaz en tant que projet pilote. Le logiciel d'optimisation est fourni par *LIWACOM Informationstechnik GmbH*, une société associée de *Ruhrgas*.[67]

7.3.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

La Fédération de Russie est un signataire du Protocole de Kyoto et s'est engagée à stabiliser ses émissions de GES d'ici la première période budgétaire.

La Russie fait face à d'énormes problèmes environnementaux causés par une industrialisation étendue et par un manque de technologies adéquates permettant de faire face aux conséquences écologiques. Il existe une sévère pollution de l'air, de l'eau et des sols dans de nombreuses régions du pays, causée par des déversements et des décharges routinières. Bien que la Russie se soit engagée à réduire ses émissions de GES par rapport à son scénario de maintien de statu quo, le changement climatique ne constitue pas un haute priorité en ce qui a trait aux questions environnementales. La possibilité d'un transfert de technologie par le biais de l'Annexe B du projet conjoint de mise en oeuvre du pays suscite toutefois un certain intérêt chez le gouvernement russe. Cependant, en ce moment, les modalités des projets conjoints de mise en oeuvre au sens du Protocole de Kyoto n'ont pas encore été finalisées. En théorie, cependant, les projets conjoints de mise en oeuvre pourraient offrir à la Russie l'occasion d'obtenir des technologies réduisant les émissions de GES et améliorant les questions environnementales locales.[68]

Bien que le plus sérieux problème auquel la Russie fait face tous les jours soit la mauvaise qualité de l'approvisionnement en eau, la pollution atmosphérique a reçu une attention particulière au cours de la dernière année et la demande pour du matériel d'épuration devrait s'améliorer. La pollution provenant des voitures, responsables d'environ 85 % de la pollution atmosphérique, constitue le plus grave problème environnemental des villes de Russie. De plus, 40 % de la population de la Russie demeurent dans quelque 200 villes où le niveau de pollution atmosphérique dépasse les niveaux permis. Dans 120 de ces villes, les niveaux de pollution atmosphérique sont cinq fois supérieurs aux normes gouvernementales.

La Russie commence à centrer son attention sur l'environnement et à réaliser des progrès relativement au nettoyage des désastres écologiques laissés par l'ère soviétique. La population russe est maintenant assez bien informée au sujet des problèmes environnementaux auxquels fait face le pays. En dépit de cette sensibilisation et de certaines mesures prises par les gouvernements fédéraux et locaux, le progrès réalisé relativement à la protection environnementale est très lent.

---

[67] www.unfccc.de . *UNFCCC-CC:INFO/AIJ - List of AIJ Projects*, 24 mars 1999.
[68] Karmali, A.. *Lessons Learned from Technology Transfer and the Pilot Phase of Activities Implemented Jointly*.- IEA Conference on AIJ Technologies, 1997.

Les principaux obstacles sont :

- le manque de financement,
- le besoin pour des recettes d'exportation, ayant entraîné la création d'industries comportant des dangers pour l'environnement, telles que les industries chimiques et pétrochimiques et les industries de métaux ferreux et non ferreux,
- l'incohérence ou la mauvaise utilisation de la législation environnementale et le manque d'application, et
- le manque de techniques et d'équipement modernes permettant d'évaluer et d'assainir les sites environnementaux.

Si les facteurs démographiques ont un impact, ce sera celui de réduire la demande pour des technologies atténuant les GES. La Fédération de Russie compte une population de 147,3 millions de personnes.[1] Selon les données de 1996-1997 des Nations Unies, près de 78 % de la population de la Russie est urbaine. Actuellement, la Russie est le centre d'une crise démographique. Le changement annuel estimé de la population entre 2005 et 2010 est de –0,4 % et la population prévue d'ici 2025 est de 131,4 millions de personnes.[1] Donc, tandis que la population de la Russie diminue, son impact sur les émissions de GES pourrait s'avérer positif étant donné qu'il n'y aura pas d'augmentations importantes relativement à la demande pour de l'électricité domestique ou pour de la mobilité.

L'industrie des combustibles et de l'énergie de la Russie, en particulier le secteur du pétrole et du gaz, est le fondement de l'économie de ce pays. Le pétrole et le gaz sont responsables de plus du quart de la production industrielle du pays et de plus de la moitié de ses exportations. Le pétrole représente 5 % du PIB de la Russie, 20 % des recettes du commerce international et 10 % de toutes les recettes fiscales.

Quoique certaines améliorations marquées aient été visibles dans l'économie de la Russie en 1997 lorsque cette dernière a montré des signes de stabilisation macro-économique, les choses ont changé en 1998. Les deux principales raisons de ce dépérissement de la situation étaient la crise financière de l'Asie orientale à la fin de 1997 et le changement de gouvernement au début de 1998. La situation fiscale a continué d'empirer, entraînant une accumulation insoutenable de la dette publique malgré le fait que des tentatives aient été effectuées pour améliorer la perception de l'impôt. En plus de protéger le rouble, ces événements ont maintenu les taux d'intérêt réels élevés, bloquant ainsi la croissance.

Depuis ce temps, la crise financière ne s'est pas résolue et la Russie a tenté activement de contrer la volatilité financière et l'instabilité macro-économique grandissante par le biais d'une réforme structurelle dans des domaines clés et ce, avec l'aide du FMI et de la Banque mondiale.[69] Le processus de transition vers une économie fondée sur le commerce n'a pas encore fourni à la Russie une fondation solide lui permettant de croître. Sans une augmentation importante de la croissance économique à court terme, les émissions de GES de la Russie se stabiliseront probablement aux niveaux actuels, qui sont extrêmement élevés.

[69] www.worldbank.org, 24 mars 1999, voir op. cit.

7.3.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

Bien que la protection environnementale ne soit pas une haute priorité en Russie, l'industrie russe fait face à une tension grandissante quant à la mise à jour de la composante environnementale de ses activités, à savoir l'infrastructure et l'équipement désuets des pipelines.

Durant une brève période en 1991-1992, les dirigeants ont tenté de fermer les pollueurs chroniques. Toutefois, l'impact économique et politique de ces actions ont rapidement pris le dessus sur les inquiétudes environnementales. Présentement, les redevances et les amendes imposées par le système de contrôle de la pollution de la Russie fournissent les seules mesures incitatives poussant les entreprises industrielles à investir dans l'environnement. Bien que la Russie ait des normes environnementales plus ou moins sévères, l'application est extrêmement faible. Pour cette raison, les entreprises privées et les autorités gouvernementales de la Russie n'allouent actuellement que très peu de ressources pour tenter de respecter ces normes environnementales. Des discussions ont lieu relativement à la révision des lois environnementales et à leur application, mais le sujet n'est pas prioritaire du point de vue législatif.

Des réformes économiques importantes sont présentement mises en oeuvre afin d'abolir le monopole de l'État en ce qui a trait aux investissements étrangers et afin de privatiser les entreprises appartenant à l'État. Le ministre de l'économie est responsable de la promotion du commerce extérieur et a créé le *Russian Foreign Trade Promotion Centre*, dont le mandat est :

- d'encourager l'investissement étranger,
- de plaider la cause des lois et des règlements afin d'améliorer le climat d'investissement de la Russie, et
- d'étudier des projets d'investissement et de réunir les partenaires éventuels.

La Russie a également formé un conseil consultatif sur l'investissement étranger ayant pour objectifs de mettre sur pied une collaboration visant à améliorer le climat d'investissement par le biais :

- du rehaussement de l'image,
- de la réduction des barrières internes, et
- de la réduction des barrières externes.

À l'exclusion des facteurs administratifs et économiques, il n'existe aucune barrière importante à l'exportation de produits environnementaux par la Russie. Bien que ces barrières aient été réduites de façon importante, elles n'ont pas encore été complètement éliminées. Le gouvernement russe encourage activement l'achat d'équipement fabriqué au pays lorsqu'il est possible de le faire, afin d'aider sa balance de paiements.

En Russie, la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) est de 20 %. Les droits sur l'équipement importé varient de 0 % à 30 %, en fonction du produit. De nombreuses taxes à l'importation sont suspendues pour l'équipement environnemental, ce dernier devant être

certifié comme respectant les normes russes. Dans le passé, ces normes ont été utilisées pour protéger l'industrie intérieure de la concurrence extérieure.

Les accords conclus entre le Canada et la Russie en 1992 afin de créer des liens politiques et économiques plus étroits ainsi qu'une collaboration bilatérale en ce qui a trait aux questions environnementales et du Nord ont ouvert la voie du marché russe au Canada.

Le marché pour des technologies environnementales en Russie est quelque peu déprimé en ce moment en raison de la crise économique et de l'effondrement de l'industrie lourde. Le manque général d'application des réglementations environnementales ne fait qu'aggraver le problème. L'ambassade américaine à Moscou a estimé que le marché environnemental valait 190 millions de dollars américains en 1997, les importations comptant pour 58 % du marché total. Le marché a été l'objet d'un déclin annuel moyen de 14 % depuis 1994.

Il existe toutefois un potentiel important à long terme, lorsque l'économie russe s'améliorera. Avant l'effondrement financier survenu en août 1998, le groupe consultatif allemand *Helmut Kaiser Unternehmensberatung* (HKU) a déclaré que le marché environnemental russe possédait le plus grand potentiel de l'Europe centrale et orientale. Ils ont estimé la valeur du marché à 8,715 milliards de dollars américains en 1997 et ce chiffre augmenterait à 18,046 milliards en 2010. Ils ont également indiqué que la Russie aurait à dépenser environ 288,83 millions de dollars américains d'ici 2010 pour parvenir à mettre sa technologie environnementale au diapason des normes de l'Europe de l'Ouest. Quoique ces prévisions à long terme seront touchées par la situation économique actuelle de la Russie, elles indiquent néanmoins un énorme potentiel de marché.

Le stimulus de la croissance du marché environnemental proviendra de l'extérieur de la Russie, par le biais de projets financés par des institutions financières internationales (IFI) telles que la Banque mondiale et la Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD), ainsi que par des investisseurs directs étrangers. Les IFI sont la plus importante source de demandes liées au marché environnemental, par le biais de projets environnementaux spécifiques et d'activités non liées à l'environnement, telles que des projets de développement industriel nécessitant des activités de protection de l'environnement.

Le secteur du gaz et du pétrole a d'énormes besoins environnementaux et est sensiblement le seul secteur industriel de la Russie possédant le capital et la monnaie étrangère nécessaires pour acheter de l'équipement de l'Ouest. Le marché de la Russie semble donc être le plus attirant pour de l'équipement et des services atténuant les émissions de GES.

Le prix est le plus important facteur concurrentiel de la vente aux acheteurs russes. L'équipement et les fournisseurs de services intérieurs possèdent un important avantage par rapport aux producteurs étrangers et sont en mesures de vendre à des coûts beaucoup moins élevés.

L'appui solide provenant du gouvernement interne a fourni aux entreprises européennes commerçant avec la Russie un avantage concurrentiel. Le financement de projets d'aide liée est une stratégie commune utilisée par les gouvernements européens pour aider leurs entreprises à prendre pied dans le marché.

L'Allemagne est le plus important exportateur d'équipement et de services environnementaux vers la Russie. Les entreprises scandinaves sont également très présentes, particulièrement la Norvège. D'autres pays de l'ancien bloc soviétique, tels que l'Ukraine, fournissent également le marché environnemental russe. Les États-Unis sont le troisième plus important exportateur d'équipements environnementaux vers la Russie, après l'Ukraine et l'Allemagne.

Il y a entre 400 et 1000 entreprises russes participant à la conception de technologies environnementales. Bien que l'équipement fabriqué en Russie soit le premier, et bien souvent le seul choix des consommateurs russes, il ne respecte par les normes internationales de qualité et de rendement. Pour cette raison, les fabricants intérieurs ne sont pas particulièrement concurrentiels lorsqu'ils vendent à des entreprises internationales exploitées en Russie. Les entreprises étrangères et les projets financés par les IFI sont davantage susceptibles de nécessiter un équipement plus performant.

Le Canada s'est déjà taillé une place dans le marché environnemental russe. Un grand nombre d'entreprises canadiennes vendent de l'équipement pétrolier et gazier à la Russie. Les entreprises canadiennes étaient parmi les premiers investisseurs des entreprises conjointes russes, mais tous les investisseurs originaux se sont depuis retirés, à l'exception de *Canadian Fracmaster, Norex-Yugraneft* et *Bitec.*

7.4 la Pologne

7.4.1 Besoins en matière de technologie

Les émissions d'oxydes de carbone (dioxyde et monoxyde) de ce pays sont parmi les plus élevées en Europe. Cela est dû avant tout à la forte dépendance du pays envers le charbon pour la production d'électricité et le chauffage. Les émissions d'oxyde d'azote par habitant sont semblables à celles des autres pays européens.[70] En 1992, les émissions totales de dioxyde de carbone totalisaient 371,6 millions de tm, desquelles 360,9 millions de tm provenaient de la combustion des combustibles fossiles. Les émissions de méthane totalisaient 2,47 millions de tm et provenaient essentiellement de l'extraction des combustibles fossiles, du bétail et des déchets.[71] Les émissions totales de GES sont inférieures à celles de 1990 grâce à l'importante restructuration dont a fait l'objet l'économie polonaise suite au virage de son système économique, passé d'une approche de planification centrale à une approche davantage axée sur le marché.

[70] www.worldbank.org .- *Pays et régions : Pologne*, 23 mars 1999.
[71] World Resources, 1998, voir op. cit.

Les principales sources d'émissions stationnaires sont les centrales électriques et les centrales force-chaleur, les usines chimiques, les aciéries et les usines de fer ainsi que les fonderies de plomb et les usines d'électrolyse thermique. Les petites installations de chauffage centralisé et les foyers résidentiels sont la plus importante source d'émissions locales. Les entreprises de chauffage centralisé possèdent des chaudières alimentées au charbon ayant une puissance d'environ 16 GW qui consomment environ 6 millions de tonnes de charbon par année.[72] La puissance est générée dans 56 centrales thermiques, desquelles 33 sont des centrales force-chaleur. La puissance installée de ces centrales est de 33 000 MW. Une modernisation est nécessaire afin de remplacer 16 GW de puissance désuète et afin de respecter les normes environnementales supplémentaires plus sévères.[73]

Les sources mobiles d'émissions comptent pour 31 % des oxydes d'azote, 37 % du monoxyde de carbone, 24 % des hydrocarbures, 25 % des dioxydes de carbone et 30 % du plomb rejetés dans l'atmosphère. Ces chiffres devraient s'améliorer étant donné que la Pologne exige maintenant que toutes les voitures fabriquées ou importées soient équipées de convertisseurs catalytiques.

La plus importante demande pour des technologies sans danger pour l'environnement est liée au secteur de l'énergie et de l'assainissement des eaux et des eaux usées, suivi du secteur de la gestion des déchets. Cette concentration de la demande est due essentiellement aux politiques et réglementations environnementales polonaises actuelles, dont les principales priorités relèvent des domaines du contrôle de la pollution atmosphérique et de la protection des ressources en eau. Des demandes particulières pour des technologies atténuant les GES comprennent celles relatives aux domaines suivants :

Réserves de combustibles fossiles

- *Méthane de houillère :* Afin de réduire sa dépendance envers le gaz importé, la Pologne prévoit développer l'exploration et la production de méthane à partir de sédiments de charbon dur en Silésie.[74]
- *Efficacité énergétique pour le raffinage du pétrole brut :* La technologie désuète, la faible efficacité énergétique, l'utilisation excessive des matières premières et la faible utilisation de la puissance actuelle (inférieure à 80 %) sont quelques-uns des graves problèmes auxquels fait face l'industrie pétrolière de la Pologne. Les deux plus importantes raffineries, soit *Plock* et *Gdansk*, entreprennent présentement des programmes de modernisation coûtant plus de 1,5 milliard de dollars américains.[75] Plus particulièrement, la Pologne est intéressée par des systèmes de récupération de chaleur et par des chambres de combustion en lit fluidisé alimentées au charbon.

Production d'énergie

[72] www.unfccc.de , 23 mars 1999, voir see op. cit.
[73] www.tradecompass.com/library/books/com-guide/ . *Country Commercial Guides : Poland,* 23 mars 1999.
[74] I. bid.
[75] www.tradecompass.com/library/books/com-guide/ . *Country Commercial Guides : Poland,* 23 mars 1999.

- *Remplacer le charbon et le pétrole par le gaz naturel :* L'industrie énergétique de la Pologne est dominée par le charbon. La Banque mondiale considère qu'environ 3,2 GW de cette puissance pourraient être remplacés par des chaudières au gaz.[76] La Pologne explore diverses avenues relativement au virage dans l'utilisation des combustibles. Par exemple, avec la Norvège, elle participe à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement ayant trait au remplacement des combustibles. Le projet touche le remplacement du charbon par le gaz. Le virage du charbon au gaz n'est pas attirant du point de vue financier si on ne prend pas en considération les répercussions sur le changement climatique et/ou les effets de la pollution locale.[77]
- *Augmenter l'utilisation des complexes énergétiques intégrés (cogénération) :* La Pologne a exprimé un grand intérêt pour la cogénération.
- *Rénover ou remplacer les centrales existantes* : Des systèmes à la fine pointe de la technologie sont nécessaires pour réduire les émissions de dioxyde de souffre, de poussières et de matières particulaires, de monoxydes d'azote et de produits chimiques dangereux. Plusieurs de ces technologies réduisent les polluants atmosphériques locaux et par conséquent, réduisent les émissions de GES.
- *Augmenter l'utilisation des ressources renouvelables :* Le Programme national de politiques environnementales de la Pologne suggère de remplacer certaines des sources d'énergie au charbon par des sources d'énergie de rechange.
- *Électricité tirée de la biomasse :* La valorisation des déchets est l'une des énergies de rechange proposées par le Programme.
- *Énergie hydroélectrique :* Les centrales hydroélectriques de petite taille constituent un autre choix de production d'énergie de rechange proposé par le Programme.

Sources non énergétiques afférentes

- *Capture et utilisation des gaz d'enfouissement* : Les technologies de compostage et de valorisation de la biomasse sont grandement en demande pour s'attaquer aux déchets municipaux. Par exemple, la ville de Szczecin a récemment signé un accord avec les États-Unis afin de concevoir, construire et exploiter une centrale produisant de l'énergie à partir de déchets de 15 à 20 MW.

7.4.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

La Pologne a signé le Protocole de Kyoto et a fixé une cible de réduction des émissions de GES de 6 % par rapport aux niveaux de référence de 1990. Le changement climatique ne constitue toutefois pas une importante priorité environnementale. Le besoin pour une technologie sans danger pour le climat sera susceptible d'augmenter étant donné que cela

[76] www.unfccc.de , 23 mars 1999, voir op.cit.
[77] I. bid.

permettrait à la Pologne de réduire ses émissions de GES et de s'attaquer aux autres problèmes de pollution atmosphérique locale.

La Pologne souffre de certains des plus sévères problèmes environnementaux de l'Europe centrale et de l'Europe de l'Est. Deux des régions les plus polluées d'Europe, soit la haute Silésie et le Triangle Noir (la cuvette de charbon jaune de l'Europe centrale), sont situées au sud et au sud-est de la Pologne. Un important dégât a été causé à l'environnement dans le passé et ce dégât se poursuit. Le dégât comprend la contamination de l'eau et du sol et la détérioration de la qualité de l'air. Le développement continu de l'industrie lourde et un secteur énergétique, dont le fondement est essentiellement le charbon, comptent parmi les causes principales de la sévère pollution.

Les buts premiers du Programme national de politiques environnementales vers l'An 2000, mis sur pied en 1994 par le gouvernement, sont de réduire les tensions environnementales sur l'air, l'eau et le sol; mettre sur pied des installations d'assainissement des eaux et d'évacuation; de trouver des ressources en eau; et d'étendre et/ou agrandir les sites de conservation de la nature. Les priorités suivantes ont été établies dans le Programme relativement à la qualité de l'air :

- réduire de un million de tonnes les émissions de dioxyde de souffre provenant des sources stationnaires et ce, entre 1995 et 2000 – l'accent est d'abord mis sur le secteur énergétique alimenté au charbon et sur l'industrie minière;
- atteindre d'importantes réductions des émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures, de plomb et de bruit provenant de sources afférentes au transport au cours de la même période;
- moderniser les procédés technologiques par le biais de l'utilisation de technologies sans danger pour l'environnement;
- remplacer la technologie de production d'énergie au charbon par d'autres technologies de génération électrique, telles que l'hydroélectricité en petite quantité et la valorisation des déchets; et utiliser des sources d'énergie de rechange.

Les facteurs démographiques ne sont pas susceptibles d'influencer la demande pour des technologies atténuant les émissions de GES. La population de la Pologne compte actuellement 39 millions de personnes. Selon les chiffres de 1997 de la Banque mondiale, 64 % de la population polonaise est urbaine et 24 % vit sous le seuil de la pauvreté. Le changement moyen annuel de la population évalué pour les années 2005 à 2010 est de 0,2 %.[78] Pour cette raison, la croissance de la population ne contribuera probablement pas à une croissance significative des émissions de GES en Pologne.

La performance économique s'améliorant continuellement en Pologne peut cependant entraîner une augmentation des émissions de GES. La Pologne a adopté des politiques de transformation économique radicales en 1990 et en 1992, l'économie polonaise avait commencé à se redresser. L'économie de la Pologne croît de façon positive depuis lors,

[78] World Resources, 1998, voir op. cit.

avec une croissance record de 7 % de son PIB en 1995. Le budget de 1998 a émis plusieurs hypothèses quant à la croissance du PIB et l'inflation. On prévoit que la croissance du PIB sera de 6,5 % et l'inflation, de 9,5 %. On peut s'attendre à une augmentation grandissante de la demande énergétique et des émissions de GES.

Les coûts de l'électricité sont plus ou moins bas en Pologne. Par exemple, le coût de l'électricité pour l'industrie est de 0,0352 dollar américain par kWh, comparativement à 0,047 dollar américain aux États-Unis Dans le même ordre d'idées, le coût de l'électricité domestique est de 0,0598 dollar américain en Pologne et de 0,0831 dollar américain aux États-Unis Les coûts du gaz naturel pour l'industrie et les résidences sont beaucoup plus élevés en Pologne qu'au Canada. Les coûts pour l'industrie sont de 123 dollars américains en Pologne et de 72,31 dollars américains au Canada, tandis que les coûts domestiques sont de 220,77 dollars américains en Pologne et de 170,57 dollars américains au Canada.[79] Les coûts élevés du gaz naturel démontrent la dépendance de la Pologne envers le gaz importé, malgré le fait qu'il existe des sources intérieures.[80]

Les différences au niveau des coûts de l'électricité entre les États-Unis et la Pologne indiquent que le gouvernement polonais intervient de façon importante dans le marché énergétique, ce qui fausse les coûts de l'énergie. Les coûts inférieurs de l'électricité indiquent que l'électricité pour les résidences et l'industrie est subventionnée. Cependant, des changements ont présentement lieu, le Parlement de la Pologne ayant adopté une nouvelle Loi relative à l'énergie en avril 1997. Cette loi créé un cadre législatif solide pour un marché énergétique concurrentiel.[81] Les subventions seront graduellement éliminées afin d'assurer que les distorsions sont éliminées progressivement du marché énergétique. Cela devrait entraîner la hausse des coûts de l'énergie auparavant subventionnée. Les producteurs d'énergie auront alors deux choix : augmenter le rendement afin d'amener les prix à des niveaux plus concurrentiels ou réduire la production et permettre des importations moins coûteuses dans le marché. Les deux solutions offrent des débouchés pour les exportateurs canadiens de technologies atténuant les GES.

7.4.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

Le désir de la Pologne d'entrer dans l'Union européenne l'a obligée à placer les questions environnementales en tête de son agenda politique. Par conséquent, la Pologne a fait montre des plus impressionnants engagements envers la protection environnementale parmi tous les pays dont l'économie est en transition. Par exemple, la Pologne comporte le programme d'investissement environnemental le plus agressif, ce dernier totalisant plus de 1,4 milliard de dollars américains annuellement (soit 1,3 % du produit national brut). Les politiques gouvernementales s'éloignent de l'utilisation de techniques de fin de chaîne au profit de programmes davantage évolués visant à prévenir la pollution et à minimiser les déchets.

---

[79] AIE, 1998, voir op. cit.
[80] www.tradecompass.com/library/books/com-guide/ , 23 mars 1999, voir op. cit.
[81] I. bid.

La Pologne a également mis sur pied des réglementations environnementales évoluées et a pris un solide engagement envers leur application. Les dirigeants œuvrant pour l'environnement ont fermé les industries inefficaces, même si cela signifiait augmenter le chômage.[82] Le système de réglementation efficace a contribué de façon importante à la croissance rapide de l'investissement environnemental au cours de la période post-communiste. Les système de droits et d'amendes imposé aux industries et aux municipalités polluantes combinés à un système novateur de financement des dépenses relatives à l'environnement a encouragé de nombreux pollueurs à prendre le contrôle de la pollution (et plus récemment, la prévention) plus au sérieux.

Le gouvernement polonais et tous les partis politiques importants croient généralement que l'investissement étranger est essentiel à la croissance et à la modernisation de l'économie polonaise. Bien que cette croyance ne se soit pas traduite en des politiques spécifiques, le gouvernement adopte présentement certaines mesures visant à augmenter l'investissement étranger et à promouvoir le commerce. Par exemple, la Pologne a mis sur pied un système juridique fournissant un traitement équitable entre les entreprises étrangères et intérieures.[83]

Bien que la Pologne et le Canada aient signé un Protocole d'entente sur la collaboration environnementale afin de faciliter et d'élargir les activités environnementales conjointes entre les deux pays, il existe encore un grand nombre d'inquiétudes pour les fournisseurs canadiens de technologies. Des programmes particuliers d'importations appuyés par le gouvernement n'existent pas. En fait, la Loi sur l'achat gouvernemental (1994) accorde la préférence aux fournisseurs intérieurs, en particulier si des installations importantes sont autorisées.

De plus, les produits canadiens sont désavantagés par rapport aux produits européens en ce qui a trait au tarif. Les droits sur l'équipement environnemental canadien sont habituellement de 11 %. Le taux pour les pays de l'Union européenne se situe entre 0 % et 6,6 %, tandis que l'équipement provenant des pays de l'Europe centrale entrent en franchise. Toutes les marchandises importées sont sujettes à une valeur ajoutée de 22 % et doivent se conformer aux normes de l'Union européenne et aux règles de sécurité.

Les estimations de la taille globale du marché environnemental polonais varient de manière importante en fonction de la source de ces estimations, étant donné qu'il n'existe aucune norme de définition en ce qui a trait aux produits et services composant le marché environnemental. Selon une étude réalisée par la société d'experts-conseils allemande *Helmut Kaiser Unternehmensberatung*, le marché des technologies environnementales polonais est l'un des plus dynamiques en Europe centrale et en Europe de l'Est, grâce à une croissance moyenne de 8 % par année. Le marché totalisait 3,1 milliards de dollars américains en 1996 et devrait atteindre 7,95 milliards de dollars d'ici 2010. Les dépenses totales relatives à l'environnement totalisaient 13 milliards de dollars en 1995. Les dépenses relatives à la protection de l'atmosphère représentaient 53 % des dépenses

[82] www.dfait-maeci/gc . *Poland*, 23 mars 1999.
[83] www.strategis.gc.ca . *Trade and Investment - search Poland*, 23 mars 1999.

totales, celles relatives à la protection de l'eau, 37 %, et celles relatives à la gestion des déchets, 9 %.

L'industrie environnementale polonaise s'est développée rapidement et sa concurrentialité est satisfaisante, donc les entreprises canadiennes pourraient avoir des occasions de trouver des partenaires locaux convenables. Il existe environ 2000 entreprises locales œuvrant dans le domaine de l'environnement, dont la majorité sont des petites et moyennes entreprises. Les entreprises locales fournissent 34 % du marché de l'équipement environnemental. En plus de se concentrer sur le marché de l'eau et des eaux usées et de la gestion des déchets, les entreprises polonaises se spécialisent également dans la mesure et l'analyse de la qualité de l'air, dont la conception des systèmes de contrôle et de surveillance de la pollution atmosphérique.

Le secteur de l'eau et des eaux usées est celui au sein duquel il y a le plus d'activités commerciales étrangères, suivi par les secteurs de la gestion des déchets et de l'air. La concurrence pour les exportations canadiennes proviendra sensiblement des plus importants partenaires d'importation de la Pologne, soit l'Allemagne, l'Italie, la Russie, le RU, la France et les États-Unis. Les entreprises de technologies environnementales allemandes, autrichiennes, américaines, hollandaises et scandinaves sont les plus actives. Les entreprises étrangères provenant des pays offrant une aide financière à la Pologne (l'Allemagne, le Danemark, les Pays-Bas, l'Italie, le Royaume-Uni, l'Autriche, la France, la Suisse et les États-Unis) sont très bien représentés dans le marché.

L'industrie environnementale canadienne vient tout juste de commencer à faire son chemin en Pologne. Certaines entreprises ont obtenu du succès dans des créneaux autre que la technologie liée au climat (*Zenon Environmental, Mabarex, ADI, ESI Ecosystem, Agra Earth & Environmental*), mais l'industrie demeure sous-représentée par rapport à sa capacité. Le succès obtenu par ces entreprises augure bien pour les autres entreprises canadiennes intéressées à aider la Pologne à réduire ses émissions de GES.

7.5 la Chine

7.5.1 Besoins en matière de technologie

Réserve de combustibles fossiles

- *Méthane de houillère* : La Chine est intéressée à produire de l'énergie par le biais de la récupération du méthane de houillère. L'USEPA dirige actuellement des projets pilotes conçus pour capturer les émissions de méthane provenant des mines de charbon chinoises.
- *Gazéification souterraine* : Le gouvernement chinois a exprimé un besoin immédiat dans ce domaine. Par le biais de la Banque asiatique de développement (BAD), le groupe consultatif *ICF Kaiser* effectue présentement une étude de faisabilité sur la viabilité des technologies de gazéification souterraine au nom de l'Agence nationale de protection environnementale de la Chine.

Production d'énergie

- *Production d'énergie à base de charbon à haut rendement* : La Chine a exprimé son besoin pour des technologies désulfurant le charbon et permettant l'utilisation étendue de la gangue de charbon pour les matériaux de construction tels que la brique ou les matériaux de remplissage miniers. De plus, la Chine a également exprimé un intérêt pour de l'équipement de raffinage de charbon afin de purifier et réutiliser le charbon, de l'équipement pour le dénigrement des gaz effluents provenant des chaudières alimentées au charbon ainsi que pour une technologie de combustion en lit fluidisé à grande échelle.[84] La Chine a également besoin de technologies modernes de combustion éliminant les matières particulaires des gaz effluents et des chaudières alimentées au charbon, par le biais de l'utilisation de chambres de sédimentation, de cyclones, de chambres de pulvérisation, de filtres à poches et de filtres électrostatiques.[85]
- *Gazéification intégrée à cycle combiné (IGCC)* : La Chine est intéressée par des technologies efficaces de combustion du charbon épuré qui pourraient être en mesure de remplacer la turbine à vapeur dans les centrales à combustibles fossiles tandis que ce pays tente de moderniser ses vieilles centrales. La Chine a déjà importé plus de dix séries de systèmes à cycle combiné alimentés au gaz et au pétrole. L'IGCC a été classée comme étant un besoin à moyen et à long terme par le ministre chinois de l'Énergie électrique. Un projet est actuellement en cours en Chine, visant à construire une centrale de démonstration de l'IGCC réduisant du tiers la consommation d'eau et réduisant les émissions de CO2 de 23 %.
- *Production de pétrole brut* : La gazéification du charbon au LFC (lit fluidisé circulant) pour la synthèse de l'ammoniac est un procédé utilisé pour transformer une gamme de combustibles solides (biomasse, charbon, déchets) en gaz brut servant à la production de combustibles et de gaz de synthèse. La Chine a exprimé un besoin pour cette technologie étant donné qu'elle en est encore à la phase de recherche et de développement. Cette technologie pourrait remplacer le procédé de gazéification peu efficace UGI. Si la Chine remplaçait 50 % de ses vieux gazéifieurs UGI par des Gazéifieurs au LFC, il se produirait une réduction de 7,8 tm d'émissions de CO2.[86]
- *Gazéification de la biomasse* : La gazéification de la biomasse est une technologie utilisée pour transformer le bois, les pédoncules et les autres combustibles solides de la biomasse en combustibles gazeux. Le fait de gazéifier une tonne de biomasse peut réduire les émissions de CO2 d'environ 1,4 tonne. Cette technologie a pour but de fournir un rendement énergétique aux régions rurales de la Chine. La Chine a également exprimé un besoin pour des instruments de transfert d'énergie pour les écorces de riz, à titre de méthode supplémentaire permettant de fournir de l'énergie à ses régions périphériques. Cette technologie transformera l'énergie tirée de la biomasse composée d'écorces de riz en énergie utilisable.[87]

---

[84] US Department of Commerce, 1996, voir op. cit.
[85] Energy Institute of SPC. *The List of Chinese Government Needed Technologies*, 1996.
[86] Energy Institute of SPC. *The List of Chinese Government Needed Technologies*, 1996.
[87] I. bid.

- *Énergie éolienne* : La Chine a exprimé un besoin pour une technologie d'électrification de l'énergie renouvelable pour les régions rurales et éloignées.[88] Actuellement, l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) fournit une service de cartographie éolienne à la Chine afin que cette dernière puisse augmenter son utilisation d'énergie éolienne.
- *Énergie héliothermique* : Des tuyaux à air pour chauffe-eau solaire font également partie de la liste des besoins de la Chine en matière de technologie.
- *Énergie nucléaire* : La Chine augmentera sa dépendance envers l'énergie nucléaire afin de répondre à sa demande énergétique, qui augmente rapidement. La Chine prévoit augmenter sa puissance nucléaire d'ici l'an 2003, grâce à la construction de deux réacteurs CANDU.[89]

Utilisation ultime d'énergie

Industrie

- *Procédés industriels améliorés* : Le gouvernement chinois est également intéressé par des procédés de réduction directe pour son industrie de fusion du fer. Ce procédé consomme beaucoup moins d'énergie que les procédés classiques et émet de 50 à 60 % moins d'émissions de CO2 par tonne d'acier produite.[90]
- *Intensité énergétique réduite* : Les études réalisées par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel suggèrent que l'industrie chinoise peut grandement améliorer son intensité énergétique. De nombreux projets pilotes de l'ONUDI sont en cours afin d'évaluer les améliorations éventuelles dans cette région.
- *Équipement industriel plus efficace* : Une étude réalisée conjointement en 1996 par la Banque mondiale, le PNUD et l'Agence nationale de protection environnementale de la Chine a désigné un ensemble de choix possibles relativement au contrôle des émissions de GES dans le domaine de l'efficacité énergétique industrielle. Le DOE des États-Unis et la Chine travaillent ensemble à l'élaboration et à la commercialisation de moteurs et de commandes de vitesse du moteur hautement efficaces. Un Programme Défi Moteur chinois est présentement en phase de préparation.

  L'industrie chinoise du fer et de l'acier s'intéresse à la transformation des fours à creuset ouverts en fours à oxygène de base, aux fours électriques à arc de courant continu, au remplacement des fonderies désuètes de cuivre, de plomb et de zinc et aux technologies modernes destinées aux nouvelles usines de fer et d'acier. La Chine a également indiqué qu'elle avait besoin de technologies utilisant les déchets industriels, tels que les cendres volantes et les déchets provenant des lavoirs de houille pour son industrie cimentière.

Transport

- *Véhicules plus efficaces* : Le DOE des États-Unis et le ministre chinois de la Science et de la Technologie ont récemment étendu la collaboration

[88] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.
[89] www.can.ca .- Association Nucléaire Canadienne, 24 mars 1999.
[90] Energy Research Institute of SPC, 1996, voir op. cit.

technologique afin d'inclure la conception des véhicules électriques et des véhicules à l'électricité mixtes.[91] De plus, la Chine a exprimé un besoin pour des convertisseurs catalytiques à trois voies permettant de réduire de façon importante les émissions de NOx, de CO2 et d'hydrocarbures[92], pour des dispositifs de recyclage des vapeurs du réservoir (dispositifs RVR), pour des carburateurs rénovés économiseurs d'énergie et peu polluants et des systèmes d'injection électronique.[93]

Bâtiments

- *Appareils et équipement plus efficaces* : Le DOE des États-Unis parraine un projet pilote de bâtiment de bureaux efficace en Chine, en collaboration avec le ministre chinois de la Science et de la Technologie. Ce projet tente de faire la preuve de technologies afférentes aux bâtiments sans danger pour l'environnement qui comprennent l'utilisation de l'énergie solaire et qui pourraient éventuellement réduire de 50 % les émissions de CO2.[94]
- *Amélioration de l'enveloppe et de l'architecture*. L'USEPA a un partenariat avec l'Agence nationale de protection environnementale de la Chine afin de faire la preuve de technologies à haut rendement énergétique dans les bâtiments gouvernementaux.

Sources non énergétiques afférentes

- *Méthane d'enfouissement* : La Chine participe également à un projet des UN et du FEM, ayant trait à la mise sur pied d'un système de récupération du méthane d'enfouissement.

Technologies de développement et technologies transversales

- *Piles à combustible* : La Chine est intéressée par la technologie des piles à combustible, utilisées pour transformer de l'énergie chimique provenant des combustibles en énergie électrique. Ce procédé n'émet pas de GES.

7.5.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

La Chine n'a pas encore signé le Protocole de Kyoto et ne s'est pas engagée à réduire ses émissions de GES. Actuellement, la Chine ne participe pas non plus à des projets d'activités mises en oeuvre conjointement. Le bureau canadien du MDP et des projets conjoints de mise en oeuvre a toutefois conclu un accord visant à mettre sur pied un cadre de travail pour de tels projets. La Chine reconnaît toutefois l'importance de s'attaquer aux problèmes environnementaux et s'engage à améliorer la qualité de l'air et de l'eau au sein de ses grandes villes et de ses zones économiques spéciales. Elle s'engage également dans une gamme de projets de transfert de technologie financés par des agences bilatérales et par des institutions financières internationales (IFI). Ces projets ont pour but de faire la preuve des technologies permettant de réduire les émissions de GES. En

[91] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op.cit.
[92] US Department of Commerce, 1996, voir op. cit.
[93] www.dfait-maeci/gc , 23 mars 1999, voir op. cit.
[94] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op.cit.

général, cependant, le besoin pour des technologies atténuant les émissions de GES augmentera seulement si la Chine, à l'image d'autres pays non annexés, s'engage volontairement à réduire ses émissions de GES.

Les facteurs démographiques autant qu'économiques peuvent augmenter les émissions de GES et contribuer à un besoin croissant pour des technologies sans danger pour le climat. La population évaluée de la Chine totalisait 1,22 milliard en 1997, avec un taux de croissance de 0,93 %. La grande population de la Chine est la principale cause de l'escalade des demandes et de la consommation énergétiques de ce pays. On prévoit que la consommation de charbon augmentera de façon dramatique tandis que le niveau de vie augmentera.

La Chine est l'une des économies croissant le plus rapidement au monde. Son produit national brut (PNB) par habitant était de 620 millions de dollars américains en 1997[95] et on prévoit que ce chiffre augmentera entre huit et neuf pour cent par année à court terme.[96] Cette croissance dynamique peut presque être entièrement attribuée aux politiques de réforme de la Chine, qui ont ouvert ses portes au monde extérieur de façon importante.

La Chine est le deuxième plus important producteur d'électricité au monde après les États-Unis En ce qui a trait aux exigences énergétiques du pays, la Chine devra augmenter sa puissance installée afin de continuer à être à la hauteur de sa croissance économique. La Chine est les plus important producteur de charbon au monde et le septième plus important producteur de pétrole brut.[97] Cela suggère qu'avec une telle abondance de ressources en charbon et en pétrole brut, la Chine continuera d'utiliser ces combustibles à haute teneur en carbone afin de répondre à sa demande énergétique grandissante et donc, continuera de contribuer au changement climatique de manière importante. La Chine produit également 7,5 % de l'énergie hydroélectrique du monde. En 1995, la puissance installée était de 48 GW.

Entre 1997 et 2005, la Chine prévoit ajouter environ 23,2 GW à sa puissance globale installée, desquels 19,1 GW seront sous forme d'énergie thermique et 4,1 GW, sous forme d'énergie hydroélectrique.[98]

Les coûts énergétiques de la Chine sont nettement inférieurs aux coûts réels. Toutefois, de grands efforts sont fournis pour rectifier la situation. Au cours des trois dernières années, le gouvernement a augmenté les prix du charbon et les a partiellement déréglementés. Dans la plupart des régions, les prix du charbon reflètent maintenant les coûts de production et de livraison. La Banque mondiale estime que la plus grande partie des réductions des émissions de GES de la Chine pourrait en théorie être le résultat d'une réforme de marché et de la rationalisation industrielle qui en découlerait.

---

[95] World Resources, 1998, voir op. cit.
[96] www.dfait-maeci/gc . *China: Economic Overview*, 23 mars 1999.
[97] AIE, 1998, voir op. cit.
[98] www.dfait-maeci/gc . *China: Air Pollution Control Market*, 23 mars 1999.

7.5.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

En 1997 et 1998, le centre d'intérêt de la Chine a été la gestion de la transition d'une économie contrôlée par l'État vers une économie de marché plus libre. La Chine fait partie des groupes internationaux suivants : les Nations Unies, l'Organisation de coopération économique Asie-Pacifique, le FMI, l'ANASE, et l'OMC (en tant qu'observateur).

Les problèmes liés à la convertibilité de la monnaie de la Chine entravent la capacité du pays de se permettre des dépenses importantes pour des programmes environnementaux. La Banque mondiale et la Banque asiatique de développement (BAD) sont les premières sources de financement international, suivies par le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), le Fonds pour la coopération économique d'outremer du Japon, le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

Environ 10 % des dépenses relatives à l'environnement proviennent des milliers d'investisseurs étrangers en Chine. Il existe plus de 200 000 coentreprises en Chine actuellement. Les entreprises étrangères offrant des services et de l'équipement liés à l'environnement peuvent remarquer des occasions importantes de croissance de la vente dans le cadre de projets réalisés par des coentreprises. Par exemple :

- Une coentreprise possédant une technologie de pointe selon les normes mondiales peut demander une réduction ou une exemption de l'impôt sur le revenu pour les deux ou trois premières années financières.
- Un coentrepreneur étranger qui réinvestit sa part du profit net peut demander un remboursement d'une partie des impôts sur le revenu déjà payés.

Les hauts tarifs douaniers payables sur l'importation sont l'un des principaux obstacles à l'exportation de produits vers la Chine. Les tarifs sont particulièrement élevés pour les produits faisant concurrence aux marchandises fabriquées au pays et aux biens et services marchands à prix fixe à l'échelle mondiale.

Le manque de transparence du marché chinois et une application incohérente des lois, réglementations et pratiques d'importations sont d'autres obstacles à l'exportation. Ces obstacles sont augmentés par la nature décentralisée de l'administration en Chine et par les difficultés afférentes au fait de s'assurer que l'application des règlements nationaux est uniforme. Par exemple, il n'est pas rare que le même produit soit sujet à différentes redevances dans différents ports étant donné que chacun d'eux comporte ses propres procédures administratives et ses propres droits, en plus du tarif douanier habituel.

Le marché chinois pour des technologies environnementales est l'un des marchés possédant le plus grand potentiel au monde. Le marché du contrôle de la pollution

atmosphérique occupe la plus grande place dans le marché environnemental de la Chine, après l'assainissement des eaux. Selon *Sofres Consulting Asia Pacific*, entre 1994 et 1995, les importations annuelles d'équipement d'épuration de l'air ont augmenté de 44 % pour atteindre 670 millions de dollars américains. En 1996, les entreprises étrangères ont vendu pour 1,8 milliard de dollars américains d'équipement environnemental et de services à la Chine. On prévoit que les taux de croissance élevés des technologies sans danger pour le climat se poursuivront à moyen terme, tandis que la Chine se préoccupe davantage de la protection de l'environnement.

En ce moment, Shan-Ghai, Beijing et T'ien-Tsin, ainsi que les zones économiques spéciales et les régions côtières de la Chine, représentent les meilleurs débouchés étant donné qu'elles sont les plus développées économiquement et les plus ouvertes à l'interaction étrangère. Les grandes villes, où la demande pour la protection de l'environnement est la plus élevée et où la capacité de payer en monnaie forte pour des projets environnementaux est la meilleure, sont les endroits où les débouchés pour des technologies sans danger pour le climat sont les plus présents. L'ambassade des États-Unis à Beijing estime que les dépenses totales de la Chine pour l'environnement ont atteint environ 15 milliards en 1994 et prévoit que ce chiffre augmentera de 30 % par année au cours des dix prochaines années. L'agence nationale de protection environnementale de la Chine estime qu'environ 4 milliards de dollars par année seront nécessaires pour contrôler la pollution et que près de 40 millions seront nécessaires pour nettoyer les dommages existants. En raison des contraintes financières, on prévoit que le financement pour les importations de technologies environnementales proviendra sensiblement des banques multilatérales de développement.[99]

En général, les entreprises canadiennes faisant leur entrée dans le marché chinois feront face à une féroce concurrence de la part des États-Unis, du Japon, de l'Australie, du Royaume-Uni et de plusieurs autres pays européens. Le Japon, les États-Unis et l'Allemagne dominent les exportations dans le marché des émissions provenant des automobiles. En ce qui concerne les technologies au charbon sans danger pour l'environnement, la concurrence étrangère provient surtout du Japon, de l'Allemagne, de la France et du Royaume-Uni. Le Japon est le plus actif en ce qui a trait au marché du contrôle des émissions et l'Allemagne est réputée pour sa technologie de pointe. La Finlande vient pour sa part de faire son entrée dans le marché, fournissant une chaudière dans le cadre d'un projet récent prenant place à Dalian. La technologie du Japon est perçue comme étant pratique à utiliser et à fournir. Elle bénéficie également de l'appui d'activités promotionnelles favorables et de conditions de commerce tout aussi favorables. La France et le RU se voient accorder la préférence surtout grâce à leurs prix.

7.6 l'Inde

7.6.1 Besoins en matière de technologie

Réserve de combustibles fossiles

[99] www.dfait-maeci/gc , 23 mars 1999, voir op. cit.

- *Méthane de houillère* : Le charbon indien a une faible teneur en soufre et en chaleur et une teneur importante en cendre. En raison de la composition chimique du charbon indien, il existe un besoin urgent pour des technologies liées au méthane de houillère. L'USEPA a travaillé avec le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et *Coal India* sur un projet pilote de méthane de houillère.[100]
- *Technologies du charbon sans danger pour l'environnement* : Environ 90 % de l'énergie thermique est alimentée au charbon. En raison de la grande dépendance envers le charbon, il existe une demande grandissante pour ces technologies (p. ex. brûleurs par étapes, lavage du charbon[101], système de rebrûlage et combustion en lit fluidisé, plutôt que les brûleurs à charbon pulvérisé présentement utilisés) et pour des technologies de contrôle des émissions provenant de la combustion, dont les systèmes de lavage au gaz de fumée et des programmes d'utilisation des cendres volantes.[102]

Production d'énergie

- *Gazéification intégrée à cycle combiné* : Les planificateurs responsables de l'énergie de l'Inde ont exprimé un besoin pour une augmentation de l'utilisation de la génération au gaz (à cycle combiné) en raison d'inquiétudes liées à l'environnement et au rendement thermique.[103]
- *Systèmes énergétiques intégrés et cogénération* : En tant que l'un des chefs de file mondiaux dans le domaine de la production de canne à sucre, l'Inde possède un énorme potentiel pour la production d'énergie par le biais de l'utilisation des déchets de raffinerie (bagasse) en tant que combustible. Jusqu'à maintenant, plus de 400 sucreries ont été désignées comme étant à la hauteur, grâce à une puissance installée de 3500 MW. De nombreux projets de cogénération de bagasse sont parrainés par des donateurs bilatéraux et sont destinés aux états producteurs de sucre clés pour la cogénération de canne à sucre. De nombreux projets privés sont en cours et on prévoit qu'ils réduiront les émissions de CO2 de un million de tonnes annuellement. Par surcroît, l'État du Panjab exige que toutes les usines à papier respectent 60 % de leurs propres exigences énergétiques par le biais de la cogénération.
- *Piles à combustible* : On prévoit que les piles à combustible représenteront un besoin à long terme relativement à la production énergétique.
- *Cocuisson de la biomasse* : L'importante réserve de matières premières de la biomasse font de la production d'énergie tirée de la biomasse une technologie intéressante pour l'Inde. Par exemple, à Madras, la *Tamil Nadu Industrial Development Corporation* (TIDCO) a signé un PE avec une entreprise anglaise afin de construire une centrale de cinq MW alimentée aux déchets, qui consommera 600 des 2000 tonnes quotidiennes de déchets.[104]
- *Rénover ou remplacer les centrales existantes* : De nombreuses centrales de production de charbon ont plus de 20 ans et utilisent une technologie désuète.

---

[100] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.
[101] www.dfait-maeci/gc . *India : Power Sector Market Report*, 22 mars 1999.
[102] www.dfait-maeci/gc . *India : Environmental Sector Market Report*, 22 mars 1999.
[103] www.dfait-maeci/gc . *India : Power Sector Market Report*, 22 mars 1999.
[104] www.dfait-maeci/gc . *India : Power Sector Market Report*, 22 mars 1999.

Pour cette raison, de nombreuses pannes et de nombreux bris se produisent. La plus grande partie de la technologie de transmission est également désuète et les systèmes sont portés à fuir. Par surcroît, en comparaison avec la capacité de génération, la plupart des systèmes de transmission et de distribution sont construits inadéquatement et sont donc surchargés.[105] La Corporation nationale de l'énergie thermique de l'Inde reçoit l'aide de donateurs bilatéraux tels que l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) afin de faciliter la création de technologies de pointe de production d'énergie. Cela comprend le fait d'introduire des technologies de pointe dans les nouvelles centrales, ce qui non seulement réduira les émissions de CO2 par unité de puissance mais aidera également à diminuer les problèmes de pollution locale.[106]

- *Augmentation de l'utilisation des ressources renouvelables* : L'Inde investit dans de nombreuses formes de développement d'énergie renouvelable. Des études préliminaires estiment que le potentiel de la création de pouvoir des sources d'énergie non-classiques (vent, océan, énergie ondulatoire, énergie marémotrice, biomasse et hydroélectricité à petite échelle) est de 126 GW. L'Inde reçoit une aide afin de commercialiser les systèmes utilisant l'énergie renouvelable au sein d'une gamme de technologies, d'applications et de services. Ces efforts catalysent la commercialisation de technologies faisant appel à l'énergie renouvelable ayant un grand potentiel.
- *Électricité tirée de la biomasse* : Si celle-ci est entièrement développée, elle peut fournir une puissance de 17 GW.
- *Hydroélectricité à petite échelle .* L'Inde compte un potentiel de production hydroélectricité à petite échelle évalué à 10 GW. *Hydro* du Canada a entrepris avec succès plusieurs de ces projets en Inde.
- *Énergie éolienne* : Le potentiel évalué de l'Inde pour la production d'énergie éolienne est de 20 GW. Actuellement, de nombreux projets de grande envergure pour la création de parcs d'éoliennes sont en cours, totalisant 1800 MW. Jusqu'à maintenant, le Danemark a dominé le marché d'importation des technologies de domestication du vent.
- *Énergie solaire photovoltaïque* : Cette source d'énergie est déjà largement utilisée en Inde et est presque illimitée en ce qui a trait au potentiel de génération. Il existe environ 150 000 petits villages photovoltaïques ayant l'électricité. Le DOE des États-Unis a parrainé un projet d'initiative de développement d'énergie photovoltaïque dans le cadre duquel 300 systèmes ont été installés dans sept villages de la région isolée des Sundarbans. Deux mille systèmes supplémentaires ont été vendus dans la région suite à la réussite du projet.[107] De plus, l'USAID appuie le projet de la *Solar Electric Light Company*. Le projet tente d'améliorer le service énergétique fourni aux gens vivant et gagnant leur vie dans des régions rurales, par le biais de systèmes de production d'électricité utilisant l'énergie solaire. L'un des offices de l'électricité de l'Inde est présentement en discussion avec SELCO afin d'utiliser des systèmes domestiques solaires à la place des réseaux dispendieux dans les villages éloignés. Cela permettra de réduire

[105] I. bid.
[106] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.
[107] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.

grandement les pertes dues à la transmission et à la distribution ainsi que les émissions de CO2 provenant du service public.[108]

- *Énergie tirée de l'océan (thermique, marémotrice et ondulatoire)*: La puissance totale est estimé à 50 000 MW le long de la ligne de côte de l'Inde totalisant 5600 km. Une entreprise américaine a proposé le premier projet de transformation d'énergie thermique tirée de l'océan totalisant 100 MW devant être installé sur la côte de Tamil Nadu. Une centrale d'énergie ondulatoire de 150 MW a déjà été installée à Kerala. L'Inde désire également réaliser le projet proposé d'une centrale d'énergie marémotrice de 900 MW dans le Golf de Kutch.

Utilisation ultime d'énergie

- *Équipement industriel et commercial plus efficace* : L'USAID et l'USEPA appuient l'initiative des villes durables, ayant pour but d'améliorer le rendement énergétique dans le secteur industriel et commercial et de réduire la pollution environnementale. Cela a entraîné la création des fonds d'investissement *Ahmedabad Municipal Corporation* (AMC) visant à moderniser les pompes à eau et les réverbères. En plus de cette initiative, l'AMC a investi 700 000 $ supplémentaires pour de l'équipement ayant un bon rendement énergétique en 1997.[109]
- *Véhicules plus efficaces* : Une coentreprise Inde - États-Unis a récemment annoncé que la première voiture électrique de l'Inde serait bientôt disponible sur le marché commercial.[110]
- *Appareils et équipement plus efficaces* : L'affluence grandissante de la population indienne entraîne l'augmentation de la demande pour des appareils et de l'équipement. Le gouvernement indien désire s'assurer que l'on répond à cette demande avec des appareils et de l'équipement ayant un très bon rendement.

Sources non énergétiques afférentes

- *Réduction des émissions de méthane provenant des systèmes destinés aux laiteries et au bétail* : L'USEPA dirige actuellement une étude pilote visant à faire la preuve de la technologie de l'alimentation pour le bétail.

7.6.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

Le gouvernement indien a signé et ratifié la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques et s'est engagé à préparer des communications nationales au sujet des différents aspects du changement climatique.

L'Inde est signataire du Protocole de Kyoto et, quoique ce pays n'a pas établi de cibles volontaires de réduction des émissions pour la première période budgétaire de Kyoto, il participe, avec la Norvège, à un projet pilote d'activités mises en oeuvre conjointement

[108] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.
[109] I. bid.
[110] I. bid.

de « gestion axée sur la demande de l'agriculture intégrée », liée au rendement énergétique.

En Inde, la pollution atmosphérique, les eaux d'égoût municipales et les déchets solides et dangereux constituent des sujets de préoccupation environnementaux plus pressants que le changement climatique. En Inde, la pollution atmosphérique est sévère, en particulier dans les centres urbains les plus congestionnés du pays. Trois villes de l'Inde comptent parmi les dix villes les plus polluées au monde, soit Bombay, Calcutta et Delhi. Plus de 2000 tonnes de polluants sont émis quotidiennement à New Delhi et 70 % de ces émissions sont produites par les véhicules motorisés[111] (essentiellement les véhicules à moteur à deux temps). Dans le contexte du changement climatique, le secteur de l'énergie est l'une des plus importantes sources d'émissions de gaz à effet de serre en Inde.

L'Inde est la deuxième nation la plus populeuse du monde. Avec une population de 960 millions de gens en 1997[112], l'Inde représente plus de 16 % de la population mondiale. Le taux de croissance annuel de 17,1 %[113] indique que la population de l'Inde augmente chaque année de l'équivalent de la population de l'Australie ou du Sri Lanka. La population de l'Inde a doublé au cours des 30 dernières années et on prévoit qu'elle dépassera la population de la Chine au début du 21e siècle.[114]

Entre 1994 et 1996, le PIB a augmenté à 7 %, plaçant l'Inde parmi les économies les plus performantes du monde. Selon les données de la Banque mondiale, le BNB par habitant était de 390 dollars américains en 1997et le PNB net était de 375 milliards de dollars américains.

En ce qui concerne le revenu par habitant, l'Inde est un pays pauvre. Toutefois, la classe moyenne de ce pays, qui compte environ 250 millions de gens, profite d'un taux de revenu déclenchant une demande pour des marchandises commerciales, ce qui entraîne l'augmentation de la demande en énergie. En Inde, la demande en l'électricité augmente de 8 % par année. Selon la Banque asiatique de développement, le manque d'approvisionnement adéquat en énergie en Inde constituera la contrainte la plus importante pour le développement économique au cours des prochaines années.[115] Les données de l'AIEI de 1996 indiquent que l'Inde produit 3,2 % de l'énergie mondiale, suivant de près le Canada, qui en produit 4,2 %. L'Inde est également le troisième plus important producteur de charbon et se classe parmi les dix premiers importateurs nets de produits pétroliers et de pétrole.

Le charbon constitue la source d'énergie la moins coûteuse de l'Inde et répond aux deux tiers des besoins énergétiques du pays. En ce qui a trait à la puissance installée, 71 % de l'approvisionnement énergétique est sous forme d'énergie thermique (de laquelle 90 % est alimentée au charbon), 26 % est sous forme hydroélectricité et 3 % nucléaire. La

[111] The Delphi Group. *India's Environmental Sector: Business Opportunities for Canadians*, 1997.
[112] www.worldbank.org . *Pays et régions : l'Inde*, 22 mars 1999.
[113] www.worldbank.org , 22 mars 1999, voir op. cit.
[114] US-AEP . *Country Assessments*, 1997.
[115] www.dfait-maeci/gv , 22 mars 1999, voir op. cit.

puissance nucléaire installée de l'Inde a atteint 2225 MW. Il existe maintenant neuf centrales nucléaires en activité et quatre de plus sont en phase de construction ou de planification avancée.[116]

7.6.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

L'économie nouvellement libéralisée travaille continuellement à l'amélioration de la concurrentialité externe et interne et a réduit de façon importante les chinoiseries de l'administration qui décourageaient auparavant les investisseurs étrangers. En 1997-1998, l'investissement étranger direct totalisait 3,2 milliards de dollars canadiens, soit près de 25 fois supérieur à celui d'avant la libéralisation de l'économie. Les taux tarifaires ont été réduits, soit du taux le plus élevé de 300 % en 1991 jusqu'à un plafond de 40 % (comprenant quelques exceptions) lors du budget de 1997-1998. En dépit de l'importante réduction de ces taux tarifaires, les tarifs indiens comptent encore parmi les plus élevés au monde, en particulier en ce qui a trait aux marchandises pouvant être produites intérieurement.[117]

La taille actuelle du marché pour les technologies environnementales est évalué à 0,5 milliard de dollars américains et on prévoit qu'il croissera à un taux annuel de 20 à 25 % pour atteindre environ 4 milliards de dollars américains d'ici l'An 2000. Les débouchés se trouvent dans les domaines de la prévention, du contrôle et des mesures correctives de la pollution de l'air, de l'eau et de la terre. La taille du marché pour l'équipement permettant de contrôler la pollution atmosphérique est évaluée à 85 millions de dollars américains. Bien que les entreprises intérieures fabriquent une gamme de cet équipement, des débouchés existent pour des technologies d'utilisation des cendres volantes et de désulfuration des gaz de combustion, pour des laveurs de gaz, des procédés de réduction des matières en suspension, des systèmes de gestion de l'énergie commandés par un microprocesseur pour les dépoussiéreurs électriques et pour des technologies de lavage du charbon visant à réduire les émissions de cendres.

Sur l'ensemble, la demande la plus forte pour des biens et services environnementaux ne provient pas du secteur gouvernemental, mais plutôt industriel. Les grandes et moyennes entreprises industrielles de tous les secteurs cherchant à améliorer ou à rénover leurs installations existantes ou à équiper les nouvelles centrales des systèmes de contrôle de la pollution exigés sont considérées comme étant les meilleurs clients éventuels. Les débouchés sont particulièrement attirants au sein de l'industrie de l'énergie électrique. Des technologies telles que le rendement énergétique, l'énergie renouvelable et le charbon épuré permettent d'atténuer les GES et peuvent par la même occasion améliorer la qualité de l'air en Inde.

L'industrie locale du contrôle de la pollution en Inde est en mesure de fabriquer une vaste gamme de matériel permettant de contrôler la pollution atmosphérique. Quelques entreprises internes, telles que *Bharat Heavy Electricals* (une société d'État) et *Flakt*

[116] www.dfait-maeci/gv , *India: Power Sector Market Report*, 22 mars 1999.
[117] www.infoexport.gc.ca/section2 . *India*, 22 mars 1999.

India, fabriquent des dépoussiéreurs, essentiellement pour les centrales thermiques. Depuis ce temps, de nombreuses nouvelles entreprises ont fait leur entrée dans ce marché. Les entreprises étrangères présentes dans le marché du matériel permettant de contrôler la pollution atmosphérique, soit par représentation ou collaboration, sont : *Flakt AB, Wheelbrator USA., Lurgi, Anderson 2000, Dust Suppresion International, Peabody Holmes, Research Cottrell, Zurn Industries, Ventilatorenfabrik Oelde, James Howden, Foxboro, Environment, Columbia Scientific*, et *Fischer Klosterman.*

En dépit de l'économie libéralisée de l'Inde et de la tentative de ce pays à attirer un investissement étranger direct, il existe encore de nombreuses barrières constituant des sujets de préoccupation pour les fournisseurs étrangers de technologies environnementales :

- Ce pays est centré sur lui-même, préférant utiliser une technologie indienne, et possède une grande capacité de recherche scientifique et de développement.

- La transparence demeure la question cruciale. Les circonstances dans lesquelles les contrats gouvernementaux sont accordés peuvent être douteuses, souvent déterminées par des facteurs exogènes tels que des paiements illicites, etc. Ce problème est lié à la corruption endémique dans le régime politique et la bureaucratie, que ce soit au niveau national ou de l'État.

- Les entreprises indiennes et les entités du secteur public ont démontré leur fréquente incapacité à payer. En 1997, le revenu par habitant de l'Inde était d'environ 390 dollars américains, ce qui limite sévèrement la capacité publique et le désir de payer les coûts relatifs à la protection environnementale par le biais de taxes ou de droits d'utilisation. Les agences nationales ou d'État ont des budgets limités. Les grandes sociétés privées sont mieux placées pour payer, mais recherchent souvent de l'équipement et des fournisseurs de services peu coûteux avant d'accepter des technologies et de l'équipement importés plus coûteux.

- Les entreprises indiennes sont souvent inquiètes au sujet de la capacité et de la volonté des entreprises étrangères de fournir un service et un soutien après-vente. Plusieurs d'entre elles expriment des doutes quant à l'engagement à long terme des entreprises étrangères à demeurer dans le marché. Pour cette raison, les agents ou les partenaires éventuels veulent une assurance selon laquelle les entreprises étrangères sont prêtes à prendre des engagements importants.

- Les exploitations au niveau de l'État et les approbations au point de vue environnemental sont inquiétantes, un grand nombre de projets déraillant suite à des adjudications de contrats. Par exemple, les renégociations d'un contrat signé pour un projet d'énergie de 2015 MW accordé à *Enron* par le gouvernement de l'État de Maharashtra et la décision de *Coal India Limited* d'exiger que les entreprises étrangères coupent les prix de façon importante après avoir obtenu les soumissions concurrentielles pour des lavoirs de houille.

Actuellement, les États-Unis possèdent la plus grande part du marché pour les technologies environnementales en Inde, soit 10 %. L'Allemagne suit avec 8 %, le Japon avec 7 % et le RU avec 6 %.[118]

En 1997, les exportations canadiennes totalisaient 459,4 millions de dollars, tandis que les importations provenant de l'Inde totalisaient 740,3 millions. Les chiffres de 1997 démontrent une tendance ascendante des exportations du Canada vers l'Inde, le commerce bilatéral s'approchant de 1,2 milliard de dollars. Plus de 500 entreprises canadiennes sont fortement actives en Inde. Les fournisseurs de technologie canadiens œuvrant actuellement dans le marché environnemental indien, soit de façon indépendante ou par le biais de coentreprises, comprennent les entreprises suivantes : *R.V. Anderson Associates Ltd., Peekay Holdings Ltd., ADI Systems Inc., Esco Engineering, and Babcock & Wilcox*, et *Eco-Tec Inc.*.[119]

Les principaux investisseurs étrangers de l'Inde sont les États-Unis, l'Europe, le Japon, le Canada et l'Australie.[120] L'Inde commerce essentiellement avec les États-Unis, l'Allemagne, le Japon, le RU, Hong Kong, la Belgique et le Canada. Le commerce de technologies environnementales se fait essentiellement avec les États-Unis, la Suède, l'Allemagne, le RU, la Suisse, la Hollande, le Japon et les Pays-Bas.[121]

7.7 le Mexique

7.7.1 Besoins en matière de technologie

Plusieurs des besoins du Mexique en matière de technologie se situent dans les secteurs de la production d'énergie et de l'utilisation ultime d'énergie. Le Mexique est le troisième plus important producteur d'énergie de l'hémisphère occidental, après les États-Unis et le Venezuela. Il possède la huitième plus importante réserve de pétrole brut au monde et est le huitième plus important producteur de gaz naturel.

En 1990, les émissions nettes de CO2 du Mexique totalisaient 402 millions de tm et les émissions totales de méthane étaient de 2,9 millions de tm. Les données relatives aux émissions d'oxyde nitreux n'étaient pas disponibles. La principale source d'émission de CO2 est la combustion des combustibles fossiles, en particulier celle provenant de l'industrie de l'énergie et du transport. Les principales sources d'émissions de méthane sont le bétail, l'extraction des combustibles fossiles et enfin, les déchets.[122]

Quatre-vingt pour cent de la puissance de génération installée du Mexique est thermique et émet environ 57 millions de tonnes de dioxyde de carbone par année ainsi que des polluants tels que le dioxyde de soufre et l'oxyde d'azote.[123] La CFE, la Commission

[118] US Department of Commerce . *India: Environmental Technologies Export Market Plan*, 1996.
[119] The Delphi Group, 1997, voir op. cit.
[120] US-AEP, 1997, voir op. cit.
[121] US Department of Commerce . *The Environmental Technologies Export Handbook*, 1995.
[122] World Resources, 1998, voir op. cit.
[123] www.dfait-maeci/gc . *Mexico*, 22 mars 1999.

fédérale de l'électricité du Mexique, planifie 23 projets supplémentaires se rapportant à l'énergie, ayant une puissance totale de 9767 MW, afin de répondre à la demande supplémentaire jusqu'en 2005.

Afin de combattre la pollution atmosphérique, le Mexique encourage le virage vers des combustibles plus propres par le biais d'une nouvelle structure de prix pour les combustibles, favorisant le gaz naturel et les combustibles à faible teneur en soufre. Des efforts sont également fournis pour réduire les émissions provenant des sources mobiles en choisissant des essences hautement oxygénées et sans plomb et en modernisant les véhicules. Les demandes particulières pour des technologies atténuant les GES comprennent celles liées aux domaines suivants :

Production d'énergie

- *Transformation plus efficace des combustibles fossiles en énergie électrique* : L'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) fournit un soutien bilatéral afin d'accélérer le transfert de technologie à la CFE. Le programme a pour but de promouvoir les technologies à haut rendement énergétique et d'introduire des systèmes énergétiques n'émettant que très peu de carbone.[124]
- *Remplacer le charbon et le pétrole par le gaz naturel* : Certaines entreprises mexicaines ont déjà remplacé le charbon et le pétrole par le gaz naturel et les nouvelles centrales thermiques qui seront construites à Yucatan et Coahuila seront alimentées au gaz naturel.[125]

  De plus, une campagne agressive est prévue pour rénover jusqu'à huit centrales existantes afin qu'elles remplacent le mazout lourd par le gaz naturel. Un total de 4510 MW doit être remplacé, faisant passer le taux d'utilisation de gaz naturel de 37 % actuellement à 51 % dans le futur.

  Pemex, le monopole de l'État du pétrole du Mexique, prévoit investir dans l'exploration et la production du gaz naturel. L'un des plus importants projets prévus est *Cantarell*, à Campeche Sound. Le projet *Cantarell* concerne la mise sur pied et l'exploitation de la plus importante usine de produits azotés au monde afin d'améliorer l'extraction du gaz naturel.
- *Cocuisson de la biomasse* : Le Mexique possède une réserve importante de diverses matières premières tirées de la biomasse. Le Mexique et les États-Unis ont également accepté de participer à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement qui n'a toutefois pas encore été mis en oeuvre. Ce projet concernera la construction d'une centrale de 15 MW servant à convertir les déchets provenant de la biomasse en énergie.[126]
- *Augmentation de l'utilisation des systèmes énergétiques intégrés et de la cogénération* :

[124] US Government, 1998, voir op. cit.
[125] US Department of Commerce . *Mexico : Environmental Technologies Export Market Plan*, 1997.
[126] US EPA (1998), voir op. cit.

La *Comisión Nacional de Actividades Espaciales* (CONAE) a évalué que le potentiel pour des projets de cogénération pourrait se situer entre 7000 et 14 000 MW.[127]

- *Rénover ou remplacer les centrales existantes*
- *Augmenter l'utilisation des ressources renouvelables* : La CFE met de plus en plus l'accent sur son désir de ne plus être dépendante envers le mazout lourd. La plus grande partie de la nouvelle production sera à cycle combiné, mais la nouvelle puissance sera également ajoutée grâce à la génération d'énergie *hydroélectrique* et *géothermique.*

  Le Mexique et les États-Unis participent à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement qui concerne l'élaboration d'un système générateur hybride utilisant l'énergie solaire, éolienne et le diesel, afin de remplacer un générateur de 205 kW présentement alimenté seulement au diesel.

  Une production d'énergie à petite échelle est également en phase de planification, utilisant l'énergie solaire et éolienne.

Utilisation ultime d'énergie

Transport

- *Véhicules plus efficaces* : Mexico a pour but de transformer 45 véhicules au gaz naturel comprimé d'ici l'An 2000.
- *Transports en commun et gestion du trafic* : L'USEPA participe à la démonstration d'autobus à hydrogène, qui n'émettent aucun polluant, dans la ville de Mexico. Ils forment également des opérateurs et des acheteurs éventuels relativement à la technologie des piles à combustibles.[128]

Bâtiments

- *Appareils et équipement plus efficaces* : Le Mexique et la Norvège participent à un projet d'activités mises en oeuvre conjointement, qui reçoit également un financement additionnel provenant du Fonds pour l'environnement mondial du PNUD. Le projet remplacera environ 200 000 ampoules incandescentes ordinaires par des ampoules fluorescentes compactes dans les villes mexicaines de Monterrey et Guadalajara. Ces ampoules fluorescentes compactes ne requièrent que 25 % de l'énergie des ampoules ordinaires pour produire une lumière semblable ou meilleure, entraînant la diminution de la génération électrique et des émissions de combustibles fossiles. Elles durent jusqu'à 10 000 heures, soit treize fois plus longtemps que les ampoules ordinaires.

Gestion du dioxyde de carbone

- *Séquestration et stockage : puits agriculturaux* : Ce projet d'activités mises en oeuvre conjointement auquel participent le Mexique et les États-Unis est situé dans le nord-est de Chiapas et touche l'appui fourni aux fermiers pour mettre sur pied des petites entreprises d'agrosylviculture et de foresterie. La diminution de la dégradation des forêts, le virage vers l'agriculture et l'amélioration de la

[127] www.dfait-maeci/gc , 22 mars 1999, voir op. cit.
[128] Gouvernement des ÉTATS-UNIS, 1998, voir op. cit.

durabilité des systèmes agricoles locaux augmenteront la séquestration du carbone.

- *Puits forestiers* : Un autre projet d'activités mises en oeuvre conjointement entrepris par ces deux pays concerne la réhabilitation des forêts par le biais de la mise sur pied de l'agrosylviculture et de la plantation et concerne également la prévention d'une dégradation plus sévère des forêts sur pied en contrôlant les parasites, les maladies et le feu, afin d'augmenter la séquestration du carbone.
- *Stockage géologique* : Un autre projet d'activités mises en oeuvre conjointement entrepris par ces deux pays concerne la culture d'une plante euphorbe halophile. Cette plante sera par la suite plantée dans une région désertique côtière afin de permettre au sol sablonneux d'accumuler et de stocker du carbone, réduisant ainsi les émissions de GES.

Sources non énergétiques afférentes

- *Capture et utilisation des gaz d'enfouissement* : L'USEPA travaille avec les dirigeants mexicains sur un projet pilote de méthodes de récupération du méthane d'enfouissement.

7.7.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

Le Mexique a signé le protocole de Kyoto mais n'a pas encore fixé de cible pour la réduction des émissions. Le Mexique prend des mesures concrètes pour améliorer sa qualité de l'air avec l'appui de la Banque mondiale. Depuis déjà cinq ans, le Mexique met sur pied un prêt destiné à l'amélioration de la qualité de l'air et du transport. Plusieurs des efforts qui seront nécessaires pour réduire les émissions atmosphériques aideront également à réduire les émissions de GES, ce qui se traduit par des débouchés intéressants pour les fournisseurs canadiens de technologies atténuant les GES.

Les quatre principales inquiétudes environnementales prioritaires au Mexique sont la pollution de l'eau, la qualité de l'air et les déchets solides et dangereux. La qualité de l'air de la ville de Mexico est l'une des plus pauvres au monde. Cela est dû au phénomène thermique d'hiver, où l'air chaud emprisonne l'air froid sous lui, ce qui empêche les polluants provenant des industries et des véhicules de s'échapper. De plus, étant donné que la ville de Mexico est située au-dessus du niveau de la mer, les industries et les véhicules sont obligés d'utiliser de plus grandes quantités de combustibles pour fonctionner, ce qui entraîne l'augmentation des émissions de polluants.[129] Bien que la ville de Mexico soit perçue comme comportant les plus sévères problèmes de qualité de l'air, d'autres villes mexicaines telles que Guadalajara et Monterrey font face à des problèmes équivalents en ce qui a trait à la pollution atmosphérique.

En 1996, le gouvernement a annoncé qu'il prévoyait doubler les dépenses relatives aux programmes environnementaux d'ici l'An 2000. La ville de Mexico aura dépensé 13 milliards de dollars américains entre 1996 et 2000 dans le but de réduire la pollution atmosphérique. La grande partie de cet argent sera dépensé pour améliorer les réseaux de

[129] US Department of Commerce, 1997, voir op. cit.

transport en commun et les mélanges de carburants. Les entreprises gouvernementales telles que PEMEX (pétrole), la CFE (électricité) et FERRONALLES (chemins de fer) ont annoncé des programmes d'investissement environnemental d'une valeur totale de 628 millions de dollars américains.

Le Programme d'amélioration de la qualité de l'air de la Vallée de Mexico constitue un cadre de travail à long terme permettant de régler les plus importantes inquiétudes liées à la pollution atmosphérique. Ce programme a été élaboré en 1996. Cette initiative appliquera des réglementations plus sévères et fournira des mesures incitatives économiques plus solides visant à encourager la conformité. La conversion des carburants dans les secteurs industriels et tertiaires et la modernisation dans les secteurs de l'automobile et du transport constituent des domaines ciblés du secteur privé. Dans le secteur public, les domaines ciblés améliorent les carburants de transport et les centrales locales et améliorent les transports en commun.[130]

En 1998, la population du Mexique comptait 95,8 millions de personnes. Bien que la population augmente, le taux de croissance diminue. Le changement annuel évalué pour la population du Mexique pour les années 2005 à 2010 est de 1,2 %. D'ici l'An 2000, 74 % de la population du Mexique vivra dans des régions urbaines. D'ici 2020, ce pourcentage augmentera à 79 %.[131] Bien que le taux de croissance de la population ne soit pas élevé, cette dernière augmente quand même et cette augmentation sera accompagnée d'une augmentation de la demande en énergie.

La CFE évalue que 13 189 MW supplémentaires de puissance installée seront nécessaires d'ici l'an 2006 afin de répondre à une croissance annuelle de 5,5 % de la demande en électricité. Les plus importantes augmentations de la demande se produiront dans la région du nord-est hautement industrialisée (6,7 % annuellement), dans la péninsule du Yucatan (7,2 % annuellement) et dans la Basse-Californie (7,6 % annuellement). On prévoit également que la demande en gaz naturel augmentera rapidement au cours des dix prochaines années, soit de moins de 2,4 milliards de pi.cu. par jour à environ 4,2 milliards de pi.cu. par jour en 2005.

En 1997, l'économie du Mexique s'était rétablie depuis la crise économique survenue en 1994 et la croissance a été solide au cours des deux derniers trimestres. Tous s'entendent pour affirmer que la croissance économique augmentera de façon sûre au cours du début du 21^{e} siècle et que l'inflation continuera à diminuer jusqu'à environ 10 % d'ici l'An 2000. On prévoit que le PIB augmentera d'environ 5 % per annum entre 1997 et 2000.[132] Le PNB du Mexique par habitant était de 3320 dollars américains selon les données de la Banque mondiale de 1997.[133]

Les cibles pour l'inflation et la croissance du PIB étaient respectivement de 12 % et de 5,20 % en 1998. Les évaluations réalisées à la fin de l'année 1998 suggèrent que

[130] I. bid.
[131] World Resources, 1998, voir op. cit.
[132] www.dfait-maeci/gc , 22 mars 1999, voir op. cit.
[133] World Resources, 1998, voir op. cit.

l'inflation était à 17,80 % et que le PIB avait augmenté de 4,60 %. En dépit de cela, on prévoit que le PIB augmentera en valeur réelle.[134] De plus, le peso a accusé une plus-value, en valeur réelle et a été stable au cours des deux dernières années.[135]

Le coût moyen de l'électricité au Mexique est inférieur au coût marginal à long terme. Au Mexique, le coût de l'électricité pour les foyers est de 0.0556 dollars américains par kWh et de 0.0500 dollars américains par kWh pour l'industrie. À titre de référence, les coûts correspondants aux États-Unis sont de 0.0831 dollars américains par kWh et de 0.0407 dollars américains par kWh. D'importants interfinancements existent parmi les consommateurs résidentiels, les petits et moyens consommateurs subventionnant les plus petits utilisateurs.[136] La Commission fédérale de l'électricité du Mexique (CFE) s'est engagée à éliminer ces subventions et à mettre sur pied d'autres mesures ayant pour but d'uniformiser les règles du jeu et d'attirer l'investissement nécessaire dans le secteur. L'élimination des subventions devrait entraîner l'augmentation des coûts de l'énergie auparavant subventionnée. Les producteurs d'énergie augmenteront donc leur rendement afin d'amener les coûts à des niveaux plus concurrentiels ou encore diminueront leur production et permettront des importations à moindre coût dans le marché. Les deux solutions possibles offrent des débouchés pour les exportateurs canadiens de technologies atténuant les émissions de GES.

7.7.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

Le Mexique cherche de façon agressive à réaliser la privatisation, la déréglementation et la libéralisation du commerce. La participation publique dans le cadre de l'élaboration des politiques et des programmes augmente également.[137] De plus, le gouvernement décentralise et donne aux états individuels davantage de pouvoir. Ces changements positifs survenant dans les climats économique et politique du Mexique ont attiré un investissement étranger. Le Mexique comptait récemment parmi les dix premiers bénéficiaires de capital étranger au monde. En dépit de ces améliorations, il existe encore certaines zones grises quant aux lois et réglementations régissant l'investissement étranger.[138]

Les politiques du Mexique relativement à l'investissement étranger et au commerce sont présentement régies par l'ALÉNA et la Loi sur les investissements étrangers. En vertu de l'ALÉNA, le Canada et les États-Unis reçoivent un traitement préférentiel et la Loi sur les investissements étrangers a aboli des restrictions sur les investissements étrangers, et ce, dans de nombreux domaines. Il n'existe également aucun contrôle quant aux opérations de change.[139]

---

[134] www.mexicool.com . *Business Center : Economic Data*, 22 mars 1999.
[135] www.dfait-maeci/gc , 22 mars 1999, voir op. cit.
[136] I. bid.
[137] US Department of Commerce, 1997, voir op. cit.
[138] www.dfait-maeci/gc , 22 mars 1999, voir op. cit.
[139] Dun & Bradstreet Int'l . *Exporter's Encyclopedia*, 1999.

Essentiellement, l'ALÉNA raffermit la protection des brevets et du droit d'auteur, rend les restrictions relatives au transport routier transfrontalier moins sévères et permet aux entreprises canadiennes de soumissionner pour des contrats provenant des secteurs du pétrole et de l'électricité du Mexique, composés d'entreprises et d'organismes d'État tels que PEMEX, CRE et la CFE.[140] Le Mexique fait également partie de l'OMC. Le fait que le Mexique fasse partie de l'OMC permet d'assurer que ce pays respecte les normes internationales liées aux tarifs douaniers ainsi que les règles associées au commerce.

Les tarifs douaniers maximums pour les importations sont de 20 %. Les droits pour l'équipement importé de l'Amérique du Nord sont réduits entre un maximum de 14 % et une exemption totale en vertu de l'ALÉNA.[141] Le Mexique a récemment éliminé les tarifs douaniers pour l'importation d'équipement visant à contrôler la pollution, afin de permettre aux petites entreprises mexicaines de respecter plus facilement les règles associées à la gestion de l'eau, de l'air et des déchets, par le biais d'importations de technologies environnementales. On prévoit que cette mesure permettra de créer un marché au sein des PME mexicaines pouvant atteindre jusqu'à 200 millions de dollars américains en 1998. Toutefois, les types d'équipement admissibles ont encore à être précisés de façon ponctuelle. L'équipement pour la désulfuration des émissions, les dépoussiéreurs électriques pour la réduction des matières particulaires et les technologies de combustion à plus fort rendement sont parmi les produits ciblés. Cependant, la plupart des marchandises environnementales sont exemptées des droits aux douanes.

Le gouvernement mexicain exige également que toutes les importations respectent les normes nationales pour les produits, et les règles relatives aux essais, à l'étiquetage et à la certification avant d'entrer dans le marché mexicain.[142] Ces exigences sont semblables à celles imposées par l'Association canadienne de normalisation.

La dévaluation survenue en 1994 a eu un impact important sur le marché environnemental mexicain. La valeur du marché des technologies environnementales était évaluée à 3 milliards de dollars américains. En 1995, ce chiffre a chuté à moins d'un milliard de dollars américains. La solide reprise économique du Mexique en 1996-1997 et la récente prospérité des exportations forcent les fabricants mexicains à importer des technologies modernes afin de respecter les normes internationales.[143] De plus, le gouvernement a pris des mesures concrètes, décrites ci-dessous, afin de s'assurer que le marché environnemental atteigne une croissance importante de façon à retourner aux niveaux existant avant 1994 :

- Le Mexique est un chef de file en Amérique latine en ce qui a trait à l'élaboration et à l'application des lois, réglementations et normes environnementales.
- Le gouvernement a augmenté l'efficacité des institutions environnementales par le biais de la décentralisation.

[140] I. bid.
[141] US Department of Commerce, 1997, voir op. cit.
[142] Dun & Bradstreet Int'l, 1999, voir op.cit.
[143] www.dfait-maeci/gc , 22 mars 1999, voir op. cit.

- Le Mexique possède une solide réputation quant à l'application de ses réglementations environnementales, en particulier en ce qui concerne les industries d'exportation présentant de grands dangers pour la santé publique. Bien que l'application ne soit pas solide dans d'autres domaines, le sentiment général est qu'elle est en train de le devenir.[144]
- La création de la Banque de développement nord-américaine, qui fournit un capital à faible taux d'intérêt pour les projets d'infrastructure environnementale dans la région de la frontière Mexique - États-Unis, et FINFRA, un fonds public destiné au développement de l'infrastructure, constituent des tentatives fructueuses d'augmentation de la disponibilité du crédit et de réduction du prix nécessaire pour le garantir. Étant donné que le marché est à la merci du financement disponible pour les projets, et non du besoin, le financement constitue un obstacle important à la croissance.[145] Les crédits japonais non liés sont également une autre source de financement à faible taux d'intérêt et sont essentiellement destinés aux projets environnementaux et commerciaux.

En prenant ces mesures, le gouvernement a pu raviver la croissance et la crédibilité économique du marché environnemental et par la suite, augmenter la confiance des entreprises. En 1996, le marché environnemental total du Mexique avait augmenté d'environ 21 % et il vaut maintenant plus de trois milliards de dollars américains.

Le Mexique est l'un de marchés les plus attrayants de l'Amérique latine pour les exportateurs canadiens de technologies et de services environnementaux. Le marché environnemental mexicain est dominé par les importations. L'entrée des importations dans les secteurs de la production d'électricité et de l'équipement de distribution et de transmission est d'environ 62 %. Les États-Unis représentent 70 % du marché d'importation et le Japon et l'Espagne représentent respectivement 9 % et 6 %. L'Allemagne, la France, l'Italie et le Brésil constituent d'autres concurrents importants. Bien que la part du marché d'importation du Canada ne soit que de 1,3 %, les exportations canadiennes vers le Mexique ont augmenté de 9 % en 1996. La concurrence demeurera cependant intense avec les entreprises américaines qui, non seulement bénéficient de l'ALÉNA, mais également de la proximité géographique.

Les fournisseurs canadiens ont assuré une présence dans le marché mexicain. Il existe présentement plus de 100 sociétés minières canadiennes au Mexique.[146] *TransCanada Pipeline* a obtenu un contrat pour la construction d'un projet de 400 millions de dollars américains visant à transporter le gaz destiné à la centrale *Merida III* dans la péninsule du Yucatan. L'entreprise *Westcoast Energy* du Canada fait partie d'un groupement ayant obtenu le contrat de un milliard de dollars américains pour la construction et l'exploitation de la plus grande usine de produits azotés au monde, afin d'améliorer l'extraction du gaz nature à Cantarell, à titre de partenaire en capital à 20 %.

[144] US Department of Commerce, 1997, voir op. cit.
[145] www.dfait-maeci/gc , 22 mars 1999, voir op. cit.
[146] www.dfait-maeci/gc , 22 mars 1999, voir op. cit.

Les exportateurs de produits environnementaux canadiens peuvent également bénéficier d'une ligne de crédit de mécanismes de financement de plus de 850 millions de dollars américains, disponible pour les exportations vers les pays de l'Amérique latine, ayant été mise sur pied par la Société pour l'expansion des exportations (S.E.E.), conjointement avec d'autres banques et institutions financières. Par exemple, la S.E.E. et *Pemex* ont on accord pour une ligne de crédit de 500 millions de dollars canadiens.

Le financement provenant du Programme des sociétés industrielles de l'Agence canadienne de développement international (ACDI) est disponible pour des projets admissibles et des entreprises d'exportation, en fonction de la disponibilité du budget actuel.

7.8 le Brésil

7.8.1 Besoins en matière de technologie

En réponse au besoin énergétique grandissant du pays, le gouvernement brésilien a introduit le Projet d'électrification rurale à l'aide de l'énergie renouvelable en 1992, en tant qu'élément de sa politique environnementale nationale. Ce projet a pour but de fournir un service électrique aux foyers et aux entreprises ruraux. Ce type d'énergie peut s'avérer utile dans le nord-est du Brésil, où seulement 4 % des habitations rurales sont branchées au réseau et où une sévère pénurie d'énergie est prévue d'ici l'An 2000.[147]

Les demandes particulières pour des technologies atténuant les émissions de GES touchent aux domaines suivants :

Production d'énergie

- *Rénover ou remplacer les centrales existantes* : Avec la privatisation des services publics d'État du Brésil, il est devenu évident que des inefficacités existent au niveau de la production d'énergie, de la transmission et de la distribution. La Banque mondiale prête 150 millions de dollars américains au Brésil pour un projet de rendement énergétique, desquels 70 % sont destinés aux programmes liés aux services publics. L'état de Sao Paulo réalise présentement un projet de distribution de gaz de 98 millions de dollars américains, financé par la Banque mondiale, ayant pour but d'étendre et d'améliorer la distribution de gaz vers les résidences et l'industrie. *L'Association of Infrastructure and Basic Industries* (ABDIB) a récemment évalué qu'au cours des trois prochaines années, un investissement d'environ 85 milliards de dollars américains serait accordé à plus de 550 projets séparés de production, de transmission et de distribution.
- *Cocuisson de la biomasse* : Un projet pilote de production d'énergie tirée de la biomasse financé par le Fonds pour l'environnement mondial comprendra une technologie visant à faire la preuve, à l'échelle commerciale, de la production d'électricité grâce à la gazéification de copeaux de bois ou de bagasse de canne à sucre, dans le but de remplacer le mazout. Le Brésil est également intéressé à

[147] I. bid.

utiliser le charbon avec le bois de chauffage et le charbon de bois provenant de ses programmes de boisement.

- *Gazéification intégrée à cycle combiné* : L'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) a collaboré avec une société de service public et un fabricant de gueuses afin de réaliser une étude sur l'utilisation des déchets des gaz d'un haut fourneau de fusion en gueuse pour faire fonctionner les générateurs de moteurs à combustion interne pour la production d'électricité. Il existe 141 haut fourneaux de fusion en gueuse dans l'état de Minas Gerais, qui pourraient fournir des gaz de haut fourneau ayant une puissance de production d'énergie évaluée à 180 MW. Cela pourrait répondre au besoin immédiat de construction d'une centrale à combustibles fossiles d'une puissance semblable, qui permettrait une économie annuelle d'émissions de 840 000 tonnes de CO2.
- *Énergie renouvelable et photovoltaïques de pointe* : En raison de la diminution des possibilités pour le Brésil d'étendre son approvisionnement énergétique grâce à hydroélectricité, la Banque mondiale appuie un projet de développement rural situé dans les régions du nord et du nord-est du Brésil, dans le but de répondre aux besoins énergétiques de ce pays à l'aide de systèmes fonctionnant à l'énergie renouvelable. Le Brésil aimerait éventuellement augmenter l'entrée des systèmes photovoltaïques et éoliens dans le marché, ainsi que des systèmes de pompage à l'eau et au vent à cellules photovoltaïques, des systèmes domestiques à cellules photovoltaïques et des systèmes hybrides à cellules photovoltaïques de village, servant à remplacer le diesel. Ce pays a d'ailleurs débuté cette tâche conjointement avec le DOE des États-Unis, en partenariat avec le ministère des Minéraux et de l'Énergie.

Utilisation ultime d'énergie

- *Appareils et équipement plus efficaces* : Afin de répondre aux demandes en énergie futures et de réduire les émissions de GES, le Brésil doit absolument explorer les possibilités lui permettant de conserver l'énergie. Un projet parrainé par la Banque mondiale aide à améliorer l'efficacité et l'utilisation de l'approvisionnement en électricité par le biais de l'utilisation de projets de démonstration faisant appel à de nouvelles technologies à haut rendement énergétique. Ce projet est destiné à *Electrobras*. L'USAID travaille avec le ministère de la Conservation de l'énergie du Brésil afin d'appuyer la gestion axée sur la demande des activités ayant lieu à Manaus, où plus de la moitié de la charge électrique est attribuée à l'éclairage et à la climatisation. Le Brésil est également intéressé à mettre en oeuvre des normes plus sévères quant au rendement énergétique, ainsi que des essais et des étiquetages pour les appareils.
- *Amélioration des procédés industriels* : Afin de conserver l'énergie au sein du secteur industriel du Brésil, ce pays participe à un projet visant à améliorer la gestion de l'énergie dans l'industrie brésilienne et à réduire les émissions de GES. Ce projet est d'une durée de deux ans et est parrainé par l'Association canadienne des industries de l'environnement. Six projets pilote de gestion de l'énergie prendront place dans chacun des secteurs suivants : transformation des aliments, pièces d'automobiles et mécanique des métaux, textiles et cuir, fabrication d'articles en plastique, fabrication de meubles et fonderies. Ensemble, ces

secteurs industriels représentent 50 % des établissements manufacturiers du Brésil.

Sources non énergétiques afférentes

- *Capture et utilisation des gaz d'enfouissement* : Les sites d'enfouissement municipaux constituent un important sujet de préoccupation environnemental pour les Brésiliens. L'USAID, en collaboration avec divers organismes, élabore des projets viables de développement afin de réduire d'environ un million de mètres cubes les émissions de méthane provenant de chacun des 14 sites d'enfouissement choisis, et ce, au cours des 20 prochaines années, tout en produisant environ 100 MW.

7.8.2 Les facteurs influençant les besoins en matière de technologie

Bien que le Brésil soit un signataire du Protocole de Kyoto, il n'a jusqu'à maintenant pas encore accepté de cibles volontaires pour la réduction des émissions de GES. De plus, le Brésil n'a participé à aucun projet d'activités mises en oeuvre conjointement. Cela démontre l'engagement du Brésil envers la croissance et le développement économiques et industriels ainsi que sa préférence pour l'utilisation des technologies intérieures pour aborder ses préoccupations environnementales. Cependant, le Brésil a été l'un des premiers pays à appuyer le concept du mécanisme de développement propre (MDP). Les modalités du MDP sont en phase d'élaboration. Une fois que le MDP aura été mis en oeuvre, le Brésil sera sensiblement réceptif envers des concepts de projets répondant à ses besoins prioritaires en matière de technologie. Par exemple, le Brésil est intéressé par une technologie pouvant aider à améliorer ses problèmes environnementaux locaux et à réduire ses émissions de GES.

Sur l'ensemble, les principales inquiétudes environnementales du Brésil se situent dans les domaines de l'assainissement des eaux usées, des sources stationnaires de pollution atmosphérique, des déchets municipaux solides, du traitement des déchets dangereux, du stockage et de l'évacuation et de la prévention de la pollution globale. En comparaison avec les questions relatives à la qualité de l'eau et à la pollution de l'eau, le changement climatique n'est pas considéré comme étant un problème national très important. Cependant, en raison de la vitesse phénoménale de la croissance de la population et de la croissance économique, les émissions de GES provenant des secteurs énergétiques et industriels du Brésil augmenteront de façon dramatique et fourniront ainsi d'excellents débouchés aux fournisseurs canadiens pouvant aborder simultanément les questions liées au changement climatique et à la pollution locale.

En 1997, le Brésil comptait une population de 163,5 millions d'habitants et une croissance annuelle de cette population de 1,4 % entre 1991 et 1997. Le taux de croissance de la population combiné à la grande partie de la population composée actuellement de la classe inférieure et de la classe moyenne suggèrent que la demande pour de l'énergie et des biens de consommation augmentera et entraînera donc une nouvelle augmentation des émissions de GES au Brésil.

Le Brésil est actuellement la huitième plus importante économie au monde et possède la base industrielle et la sophistication habituellement attribuées aux pays du Groupe des Sept. Selon les données de la Banque mondiale, le PNB du Brésil par habitant était de 4720 milliards de dollars américains.

Au cours des récentes années, le Brésil a mis en oeuvre des mesures de libéralisation économique importantes. Ce pays est devenu de plus en plus ouvert à une vaste gamme d'importations, tel que démontré par la croissance des exportations canadiennes vers le Brésil. En juillet 1994, le gouvernement fédéral a introduit le *Plano Real*, afin d'assurer la stabilité économique du pays. Cela a entraîné une baisse dramatique du taux mensuel d'inflation, soit d'environ 45 % avant juillet 1994, à moins de 2 % en 1996. Ces réformes, combinées avec les vastes programmes de privatisation du gouvernement pour les produits pétrochimiques, le transport et les services publics, augmenteront la concurrentialité du marché, les productions industrielles et influenceront les émissions de gaz à effet de serre.

7.8.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

Le Brésil est un pays possédant un grand potentiel économique. Le gouvernement Collor a introduit des modifications constitutionnelles qui ont été adoptées par l'Assemblée du gouvernement Cardoso en août 1995. L'adoption de ces modifications permet une plus grande participation étrangère dans l'économie intérieure. Cela comprend des investissements dans les secteurs du pétrole, du transport, des services publics, des télécommunications et dans certaines parties du secteur minier.

Le Canada et le Brésil partagent une convention de double imposition. Présentement, il n'existe aucun accord sur la protection des investissements étrangers, mais le Canada tente de façon agressive de résoudre cette question. Le rythme global accéléré des réductions de tarifs douaniers a eu un impact positif sur les exportations canadiennes vers ce pays. Le tarif moyen est maintenant de 14,3 %, le tarif le plus élevé ne dépassant pas 35 %. De plus, les exportateurs de produits environnementaux canadiens peuvent également bénéficier d'une ligne de crédit de mécanismes de financement de plus de 850 millions de dollars américains, disponible pour les exportations vers les pays de l'Amérique latine, ayant été mise sur pied par la Société pour l'expansion des exportations (S.E.E.), conjointement avec d'autres banques et institutions financières.

Ci-dessous, une liste des barrières pouvant freiner l'accès des fournisseurs canadiens de technologies aux marchés brésiliens :

- Le gouvernement brésilien a réservé de grands secteurs de son économie pour des monopoles de l'État fermés à l'investissement étranger.

- Les réglementations brésiliennes favorisent également les entreprises nationales dans le cadre des contrats d'achat du gouvernement.

- Les gouvernements fédéral, d'État et municipaux du Brésil ainsi que les organismes et entreprises afférents respectent une politique « d'achat national », accordant un traitement préférentiel aux entreprises intérieures.

- L'investissement sous forme de transferts de technologies est sujet à des contrôles particuliers, en fonction des objectifs du gouvernement. L'INPI (*National Industrial Property Institute*) examine tous les contrats selon les points de vue suivants : I) la valeur de la technologie pour le Brésil, ii) l'existence d'une technologie intérieure semblable ou iii) la possibilité d'en élaborer une à l'intérieur d'un délai raisonnable.

- Les redevances et l'intérêt sont habituellement sujets à une retenue d'impôt de 25 %. La convention de double imposition du Canada et du Brésil permet une retenue d'impôt préférentielle de 15 % dans ces cas. Le Brésil offre un taux de retenue d'impôt préférentiel de 15 % à des investisseurs de 20 pays (la plupart de ces pays faisant partie de l'OCDE ou étant des pays de l'Amérique latine). Le Japon profite d'un taux de 12,5 %.

- Les entreprises étrangères désirant participer à des soumissions internationales doivent, selon la loi, avoir une représentation locale ou une association avec une entreprise locale.

Selon la Fédération des industries de São Paulo (FIESP), le Brésil compte environ 200 fabricants d'équipement environnemental, sociétés d'ingénierie et fournisseurs de services de consultation, composant ensemble environ 85 % du marché environnemental brésilien. Bien qu'une énorme portion du marché environnemental soit fournie par des entreprises intérieures, l'industrie environnementale du Brésil utilise l'homologation de technologies étrangères, des accords, des coentreprises avec des sociétés étrangères et des transferts de technologie afin de développer l'expertise locale.

La taille du marché brésilien pour l'équipement permettant de contrôler la pollution était d'environ 600 millions de dollars américains en 1996 et elle était censée avoir atteint 650 millions en 1997. Durant 1996, la participation étrangère dans ce marché s'élevait à 25 % des dépenses totales relatives à un tel équipement, les États-Unis constituant 30 % du marché d'importation. Quatre-vingt pour cent du marché revient aux projets industriels et municipaux visant à contrôler la pollution de l'eau, 15 % à ceux visant à contrôler la pollution atmosphérique et 5 % à ceux visant à gérer les déchets solides et dangereux.

Le Brésil est le plus important partenaire commercial et le plus vaste marché d'exportation du Canada en Amérique du Sud. En 1996, les exportations canadiennes totalisaient 1,38 milliards de dollars, soit une augmentation de 5,7 % par rapport à l'année précédente. La relation commerciale bilatérale est présentement évaluée à plus de 2,5 milliards de dollars. Les fournisseurs canadiens se sont taillé une place importante dans le marché des systèmes cellulaires mobiles, de l'équipement et des services relatifs aux télécommunications, à l'informatique et à l'environnement, des moteurs d'avions, de l'équipement nautique de détente, des industries automobiles, de l'équipement industriel

de pointe, des aliments à valeur ajoutée et des systèmes de télédétection et d'information géographique (SIG).

Le Brésil commerce également avec les États-Unis, l'Argentine, l'Allemagne, le Japon, la France, les Pays-Bas et l'Italie et importe la plus grande partie de son équipement environnemental des États-Unis, de l'Allemagne et du Japon. Ces pays offriront sensiblement une concurrence féroce aux exportateurs canadiens de technologies atténuant les GES.

7.9 l'Espagne

7.9.1 Évaluation des besoins

Les besoins prioritaires de l'Espagne en matière de technologie se situent au niveau du secteur de la production d'énergie, étant donné que la plus grande partie des émissions de GES de ce pays provient de l'extraction et de la combustion des combustibles fossiles. De plus, l'Espagne a lancé divers programmes visant à accélérer l'élaboration de technologies intérieures faisant appel à de l'énergie renouvelable. Plus particulièrement, l'Espagne a exprimé un intérêt envers les technologies suivantes :

Production d'énergie

- *Remplacer le charbon et le pétrole par le gaz naturel :* Le gouvernement espagnol encourage l'utilisation du gaz naturel pour remplacer le charbon et le pétrole dans la production d'énergie. Le gouvernement s'est engagé à augmenter l'utilisation du gaz naturel dans la production d'énergie pour fins industrielles. Cette augmentation entraînera éventuellement la restructuration des secteurs électriques et industriels. On prévoit également qu'elle réduira les coûts et fournira des occasions de croissance aux secteurs afférents.

- *Rénover ou remplacer les centrales existantes* : Au cours des 11 dernières années, 480 centrales hydroélectriques ont été rénovées. Récemment, des centrales produisant de l'énergie à partir de déchets ont également été rénovées, à savoir les centrales situées à Gerona et à Maresme-Mataro. On a évalué que l'industrie espagnole aura besoin de dépenser environ 10,6 milliards de dollars américains au cours des quelques prochaines années seulement pour rendre ses installations industrielles conformes aux réglementations de l'Union européenne.[148]

- *Augmentation de l'utilisation des ressources renouvelables* : Le gouvernement espagnol appuie des politiques d'énergie renouvelable depuis 1978 par le biais de plans périodiques d'énergie renouvelable définissant des cibles précises par secteur. Par exemple, l'initiative nationale d'énergie renouvelable, « PER », constitue un programme de développement de l'énergie renouvelable d'une durée de dix ans (1991

[148] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Environmental Market*, 27 juillet 1998.

à 2001). Depuis sa mise en oeuvre, 508 787 tonnes d'équivalent pétrole par année d'énergie supplémentaire provenant de sources renouvelables ont été produites. La biomasse et l'énergie hydroélectrique sont les plus importantes formes d'énergie renouvelable en Espagne. Le développement d'autres sources de rechange telles que l'énergie éolienne, l'énergie solaire photovoltaïque, l'énergie thermique solaire et les déchets solides augmente de façon constante. En 1996, les sources d'énergie renouvelable ont contribué à plus de 4,2 % de la consommation primaire d'énergie en Espagne.[149]

- *Cogénération* : Les importants acheteurs de projets de cogénération du secteur privé sont des entreprises œuvrant dans des secteurs contribuant grandement à la pollution, tels que la production de métaux lourds, la construction, la transformation des aliments, les produits chimiques, les produits pharmaceutiques et le papier. La cogénération est également intéressante pour les industries minières, les carrières et les industries de bois d'oeuvre.

- *Biomasse* : Entre 1995 et 1996, la production de biomasse (en tonnes d'équivalent pétrole) n'a connu qu'une croissance de 0,53 %. Pourtant, la biomasse est actuellement la plus importante source d'énergie en Espagne, totalisant 3,2 millions de tonnes d'équivalent pétrole en 1996. L'industrie espagnole de la biomasse utilise une technologie de pointe dans le cadre de ses projets de gazéification et de cogénération et dans le cadre de la production de biocombustibles destinés au transport. L'intégration d'autres sources d'énergie renouvelable au réseau énergétique n'est pas suffisant sans la contribution de l'énergie tirée de la biomasse. Pour cette raison, la biomasse continuera d'occuper une place de premier plan dans le réseau espagnol d'énergies disponibles. L'investissement annuel dans ce secteur totalise 14,2 millions de dollars américains. Les objectifs de ce secteur comprennent l'intégration d'une technologie de pointe et de l'équipement destinés aux activités commerciales ainsi que l'introduction et la fusion commerciale des cultures énergétiques, des biocombustibles, des centrales électriques et des installations de chauffage centralisé.[150]

- *Énergie produite à partir de déchets* : Entre 1995 et 1996, la production d'énergie à partir de déchets, exprimée en tonnes d'équivalent pétrole, a augmenté de 70 %. L'Espagne produit plus de 14,3 millions de tonnes de déchets solides par année. Le réseau de production d'énergie à partir de déchets du pays possède une puissance installée de 93,7 MW. La production annuelle moyenne est de 525,4 GW et continue d'augmenter afin de répondre aux besoins nationaux. La construction et la rénovation des usines en exploitation sont présentement réalisées, faisant de ce secteur un secteur favorable à un plus ample développement. Récemment, de nouvelles usines ont été construites à Madrid, Melilla et Palma. Des usines sont présentement en phase de construction à La Plana, Ceuta et Zabalgarbi.

[149] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Renewable Energy*, 11 janvier 1998.
[150] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Renewable Energy*, 11 janvier 1998.

- *Hydroélectricité à petite échelle (moins de 10 MW)* : Entre 1995 et 1996, la production hydroélectricité à petite échelle, exprimée en tonnes d'équivalent pétrole, a augmenté de 51,43 %. De 1991 à 1996, la puissance installée a augmenté d'une moyenne de 70 MW par année.[151] L'investissement annuel dans ce secteur totalise environ 78,6 millions de dollars américains.[152]

- *Énergie éolienne* : Entre 1995 et 1996, la production d'énergie éolienne, exprimée en tonnes d'équivalent pétrole, a augmenté de 44,5 %. L'Espagne se classe parmi les quatre états de l'Union européenne ayant enregistré les plus importantes augmentations de la puissance installée pour l'énergie éolienne.[153] La puissance a augmenté de 0,4 MW en 1986 à 95,9 MW en 1996. Les possibilités de développements futurs sont importantes, la puissance installée totale de production d'électricité à partir de l'énergie éolienne atteignant en théorie 12 x 106 mWh. Les régions ayant le plus de potentiel comprennent la Galicie, l'Andalousie, l'Aragon, la Catalogne, le Pays basque, Navarre, la Murcie et Valence. En 1996, les investissements réalisés dans ce secteur ont totalisé 107,14 millions de dollars américains et continuent d'augmenter. Les entreprises espagnoles ont accordé des contrats à des experts en technologie étrangers pour la fabrication de générateurs d'air à moyenne et à grande échelle. Les aubes, les tours, les générateurs, les transformateurs, les fournitures électriques et l'équipement de contrôle et de surveillance constituent d'autres débouchés pour les fournisseurs de technologies étrangers.

- *Énergie solaire photovoltaïque* : Ce marché est divisé en deux types d'énergie solaire photovoltaïque. L'énergie séparée du réseau de production d'énergie (dont l'électricité rurale, l'agriculture et les télécommunications) et l'énergie afférente au réseau (générateurs électriques, installations existantes). La croissance est davantage remarquable dans le secteur afférent au réseau. Les régions ayant la plus forte puissance installé en ce qui a trait à l'énergie solaire photovoltaïque sont l'Andalousie et Catilla-La Mancha, avec une puissance de 2789,9 kWh et 1109,7 kWh respectivement. D'autres régions, telles que Valence, les Îles Baléares et les Îles Canaries présentent d'excellentes occasions pour le développement de l'énergie solaire photovoltaïque.[154]

- *Énergie thermique solaire* : Entre 1995 et 1996, la production d'énergie solaire thermique, exprimée en tonnes d'équivalent pétrole, a augmenté de 43,3 %. Cette énergie est principalement utilisée pour le chauffage de l'eau dans le secteur domestique. L'énergie thermique solaire a été utilisée dans le cadre de projets de grande envergure dans les hôtels, les ensembles d'habitations collectives et les écoles.

---

[151] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Renewable Energy*, 11 janvier 1998.
[152] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Renewable Energy*, 11 janvier 1998.
[153] Eurostat, 1994/1995.
[154] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Renewable Energy*, 11 janvier 1998.

Les utilisations futures possibles comprennent l'agriculture et le chauffage des piscines. Le volume du marché pour l'énergie solaire thermique s'est stabilisé à environ 10 000m^2 par année et la surface absorbante est de 330 000m^2. Compte tenu des heures abondantes de soleil en Espagne et de l'importance du tourisme et de la taille des secteurs domestiques, ces deux chiffres sont nettement inférieurs au potentiel de l'Espagne. Donc, il existe des débouchés lucratifs pour un plus ample développement de l'énergie thermique solaire en Espagne.

7.9.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

En plus de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, l'Espagne fait face à de nombreux problèmes environnementaux. La sérieuse dégradation environnementale est un phénomène fréquent dans de nombreuses régions continentales de l'Espagne. Les principaux problèmes environnementaux auxquels fait face l'Espagne comprennent un manque d'installations d'assainissement des eaux usées et d'élimination des déchets, la pollution de l'eau, en particulier dans la mer méditerranéenne, provenant des eaux d'égoût brutes et des effluents résultant de la production extracôtière de pétrole et de gaz, le déboisement et la désertification. L'Espagne est également aux prises avec des problèmes liés à la qualité de l'air. Les principales sources de pollution de l'air de l'Espagne continuent d'être les centrales, les véhicules routiers, et les autres sources stationnaires de CO_2, de CO, d'anhydride sulfureux, de dioxyde d'azote et les émissions de plomb.

La politique environnementale de l'Espagne est appuyée par de nombreux plans et projets spécifiques aux niveaux national, régional et local. La politique environnementale que le gouvernement cherche présentement à aborder comporte de nombreuses questions cruciales. Certains de ces éléments augmenteront la demande pour des technologies sans danger pour le climat :

- Le Plan pour le rendement énergétique et l'économie (2,6 milliards de dollars américains jusqu'en l'An 2000) visant à définir une stratégie pour l'utilisation efficace de l'énergie et de l'énergie renouvelable.
- Le Plan national pour le nettoyage hydraulique (1,4 milliard de dollars américains jusqu'en 2005) afin d'installer un matériel de collecte, de dessalement et d'épuration.
- Le Plan national pour le recyclage des déchets dangereux (1,4 milliard de dollars américains jusqu'en 2000).
- Le Plan national pour le nettoyage des terres contaminées (1 milliard de dollars américains jusqu'en 2005) afin de rétablir les régions polluées.

La mise en oeuvre de ces plans entraînera une demande pour du matériel, des technologies et des services provenant du secteur privé.

L'Espagne est le troisième plus grand pays de l'Union européenne. Ce pays comporte un marché intérieur composé de près de 40 millions de personnes ayant un revenu moyen par habitant de 14 000 dollars américains en 1996, et recevant une demande supplémentaire provenant de plus de 60 millions de touristes visitant le pays chaque

année. Les chiffres de l'OCDE révèlent que la consommation privée augmente de façon constante en dépit d'un taux de croissance de la population négatif. Une forte demande et un essor de production ont entraîné la croissance rapide de l'économie espagnole au cours des récentes années. Cette croissance raffermit l'engagement du gouvernement envers la libéralisation de l'économie. Cette économie en croissance, combinée à une population accordant de plus en plus de valeur au biens de consommation, nécessiteront une puissance énergétique supplémentaire dans le futur. En raison de la nécessité pour l'Espagne de réduire ses émissions de GES, une portion grandissante de cette demande énergétique devra être satisfaite par des sources d'énergie à faible teneur ou à teneur inexistante en carbone.

7.9.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

Les entreprises canadiennes tentant d'accéder au marché espagnol feront face à des obstacles semblables à ceux présents dans d'autres pays de l'Union européenne. Depuis que l'Espagne s'est jointe à l'Union européenne en janvier 1986, toute la législation de cette dernière s'applique entièrement en Espagne et ce pays reçoit la plupart de ses fonds de structure et de cohésion de l'Union européenne, afin de financer les projets d'infrastructure et de développement. Les débouchés peuvent varier d'une région à l'autre en raison de la décentralisation de la puissance politique. Pour les besoins administratifs, l'Espagne est divisée en 17 collectivités autonomes, chacune contenant une ou plusieurs provinces. Il existe un total de 50 provinces. En plus du gouvernement central, ces 17 collectivités possèdent leur propre gouvernement régional, ce dernier émettant des lois environnementales et des réglementations obligatoires pour leurs territoires. Les gouvernements régionaux incorporent également des lois émises par le gouvernement central ainsi que des directives provenant de l'Union européenne. Les fournisseurs tentant de pénétrer le marché doivent considérer l'Espagne en tant que parapluie habritant des marchés plus petits et distincts.

Par le passé, l'Espagne a été critiquée parce qu'elle ne faisait pas respecter adéquatement sa législation environnementale. Pour cette raison, le ministère de l'Environnement, ayant été créé en 1996, a fait de l'application de ses réglementations environnementales une de ses priorités et des amendes sont sans contredit imposées aux industries polluantes. Cela oblige l'industrie espagnole à rechercher des technologies plus propres et du matériel de contrôle de la pollution qui créeront de meilleurs débouchés pour les entreprises canadiennes au cours des prochaines années.

La *Fundacion Entorno, Empresa y Medio Ambiente*, est un organisme public du secteur environnemental qui aide, appuie et encourage l'industrie espagnole quant à ses efforts visant à protéger l'environnement. Selon les chiffres de cet organisme, l'investissement industriel espagnol dans le domaine de l'environnement totalise environ 667 millions de dollars américains. Toutefois, dans l'examen du rendement environnemental de 1997 de l'Espagne, réalisé par l'OCDE, on évalue que pour respecter les niveaux de protection de l'environnement de l'Union européenne, pas moins d'environ 4,7 milliards de dollars américains devront être investis par les secteurs public et privé d'ici l'an 2005.

De récents développements dans le secteur de l'électricité augmenteront également le marché pour des technologies sans danger pour le climat. Le secteur de l'électricité espagnol est réglementé par le gouvernement et les coûts de l'électricité sont fixés annuellement. En décembre 1996, le gouvernement a approuvé une importante réorganisation du secteur de l'électricité. Cette réorganisation comprend :

- le fait de permettre aux consommateurs d'électricité de choisir leur distributeur,
- l'entrée gratuite des exploitants étrangers dans le marché,
- l'entière libéralisation des prix d'ici 2008,
- la libéralisation du marché des matières premières pour la production, à l'exception du charbon produit sur le plan national. Les producteurs devront continuer d'utiliser le charbon local pour 15 % de leur production d'énergie,
- une coupure des coûts relatifs à l'électricité ayant débuté par une réduction de 3 % en 1997, 2 % en 1998 et 1 % chaque année suivante jusqu'en 2001. Cela obligerait effectivement les entreprises de production d'électricité espagnoles privilégiées à augmenter leur rendement.

Ce pays est assez ouvert à l'investissement étranger. Cela est démontré par les lois bilatérales et le peu de restrictions régissant l'investissement étranger. L'Espagne comporte des zones de libre-échange à Barcelone, Cadix et Vigo. Durant la période de 1998 à 1997, l'Espagne a été classée quatrième parmi les pays de l'Union européenne en ce qui a trait à l'investissement étranger direct, surclassée seulement par les États-Unis, le Royaume-Uni et la France. L'Espagne s'est également classée première en ce qui a trait à la profitabilité de l'investissement dans le secteur des affaires.

Depuis que l'Espagne fait partie de l'Union européenne, les exportations des pays membres, contrairement aux exportations nord-américaines, ont bénéficié de tarifs inférieurs. L'Espagne utilise le Système harmonisé de nomenclature des tarifs pour l'application des droits et les marchandises canadiennes sont imposées en vertu du taux imposable normal de l'Union européenne. Les procédures d'importation de l'Espagne sont régies par des réglementations de commerce international. L'Espagne adhère au code du GATT depuis 1963 et souscrit aux codes des Négociations commerciales multilatérales (NCM) concernant les barrières techniques entravant le commerce, les subventions et l'évaluation en douane.

Les douanes espagnoles évaluent les envois aux prix CAF (Coût, Assurance, Fret). De plus, une taxe sur la valeur ajoutée (TVA) de 16 % est imposée sur tout le matériel d'énergie renouvelable, qu'ils soit produit intérieurement ou importé. Les fournisseurs européens profitent d'un avantage supplémentaire, étant donné que les droits d'importation espagnols et la TVA sont imposés sur la valeur CAF de l'article importé.

Les exportations canadiennes vers l'Espagne ont augmenté de façon dramatique depuis 1986, soit l'année où l'Espagne a joint l'Union européenne. En 1997, les exportations totalisaient environ 576 millions de dollars canadiens tandis que l'investissement direct canadien en Espagne totalisait 400 millions de dollars canadiens en 1996. Les activités

commerciales canadiennes en Espagne sont centrées sur l'exportation de matières premières telles que les produits miniers, les pâtes et papiers, les combustibles minéraux, le bois et les produits de l'agriculture et du poisson.

La taille du marché pour les technologies environnementales destinées à l'industrie dans les secteurs des produits chimiques, de l'énergie, de l'acier et de la métallurgie non ferreuse, est évaluée à 14 milliards de dollars américains jusqu'en 2005. Le marché total pour le matériel utilisant l'énergie renouvelable est évalué à 400 millions de dollars américains. Avec les services et les activités afférentes, la taille de ce marché atteindrait près de 1 milliard de dollars américains.

En ce qui a trait à l'énergie renouvelable, le marché intérieur de l'Espagne possède de grandes capacités ainsi qu'une bonne infrastructure technologique et industrielle. Au cours des quelques dernières années, les parcs technologiques ont proliféré dans les principales régions industrielles et près des universités et les centres de R, et D. et les dépenses relatives à la R. et D. ont augmenté de façon significative. Le troisième plan national de R. et D. (1996-1999) prévoit que les dépenses relatives à cette dernière totaliseront entre 0,9 % et 1,3 % du PIB en 1999.

Bien que la plupart du matériel d'énergie renouvelable de l'Espagne soit développé et fabriqué intérieurement, des occasions de participation étrangère existent en vertu des accords de transfert de technologie, alors que les importations composent environ un tiers du marché total. Sur l'ensemble, les meilleures occasions de vente pour le matériel lié au secteur de l'énergie renouvelable concernent les turbines hydrauliques, les turbogénérateurs ayant une puissance de plus de 300 kW, les pales rotors pour les turbogénérateurs, les transformateurs et les batteries, les systèmes de génération d'énergie photovoltaïque ou éolienne destinés aux régions isolées, les générateurs géothermiques et les piles solaires.[155]

En 1995, les principaux partenaires commerciaux de l'Espagne étaient les pays de l'Union européenne, qui représentaient 72,3 % des exportations totales et 65,4 % des importations totales. Le Japon représente 1,4 % des exportations et 3,3 % des importations. Les pays de l'Amérique latine (sauf le Venezuela et l'Équateur) représentent 5,2 % des exportations espagnoles et 3,7 % des importations et les États-Unis, 4,1 % des exportations et 6,4 % des importations. L'Espagne exporte des technologies environnementales en Amérique latine. La technologie importée provient avant tout du Danemark, de l'Allemagne, des États-Unis, de la France et de l'Italie.[156]

Donc, les principaux concurrents des exportateurs canadiens de technologies sans danger pour le climat vers l'Espagne seront sensiblement les entreprises de l'Europe de l'Ouest et du Japon. Les exportateurs européens fournissent un généreux financement et

[155] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Renewable Energy*, 11 janvier 1998.
[156] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Renewable Energy*, 11 janvier 1998.

participent à une publicité collective étendue. Leurs gouvernements soutiennent également les efforts des exportateurs en les aidant à réaliser les événements de promotion commerciale.

Le Canada a mis sur pied un accord commercial bilatéral fructueux avec l'Espagne et ce dernier pays se classe maintenant parmi les dix plus importants marchés d'exportation du Canada en Europe. Les produits canadiens sont concurrentiels lorsqu'on les compare aux autres exportateurs vers l'Union européenne, en raison des coûts de production inférieurs et de la dévaluation du dollar canadien par rapport aux monnaies européennes depuis 1994.

Bien que les produits canadiens soient respectés pour leur haut degré technologique et pour leur qualité globale, les entreprises canadiennes sont souvent surclassées par leurs concurrents au niveau de la flexibilité et du financement, de l'adaptation du concept du produit aux besoins du marché local, de l'aide relative au marketing et des services après-vente.

La plupart des exportateurs vendent leurs produits en Espagne par le biais de distributeurs. Les entreprises canadiennes intéressées à vendre leur technologie et leur matériel sophistiqué dans le marché espagnol devraient donc rechercher des accords de collaboration, des coentreprises ou des contrats de licence avec des entreprises d'ingénierie ou une partie contractante. La Section commerciale de l'Ambassade du Canada à Madrid peut aider les entreprises canadiennes dans le cadre de leur recherche d'une représentation qualifiée en Espagne. De plus, les entreprises étrangères établies en Espagne peuvent être en mesure d'obtenir des subventions provenant des gouvernements régionaux et du ministère de l'Industrie, faisant partie du gouvernement central, pour des projets d'énergie renouvelable.

L'investissement bilatéral entre le Canada et l'Espagne est en hausse, le secteur environnemental offrant des débouchés importants pour les fournisseurs canadiens de produits et services. Les entreprises canadiennes de l'industrie environnementale, telles que *Trojan Technologies* et *Kam Biotechnology*, se sont vues accorder d'imposants contrats en 1996. Plus de 20 entreprises canadiennes importantes sont présentes en Espagne et ce pays et l'une des dix principales destinations de l'investissement canadien à l'étranger. Les entreprises canadiennes établies en Espagne comprennent : *Cominco, North West Energy,* la *Banque Royale, Seagrams, Hiram Walker, Monenco, ABC Group, Cercast, Molson, Lawson Mardon* et *Québécor.*

7.10. l'Ukraine

7.10.1 Évaluation des besoins

Ci-dessous, une liste détaillée des besoins de l'Ukraine en matière de technologies sans danger pour l'environnement :

Production d'énergie

- *Augmentation du rendement énergétique et du rendement en carbone du traitement des combustibles fossiles :* l'Ukraine a énormément besoin de technologies efficaces pour l'extraction du pétrole et du gaz, afin d'aider à développer davantage les ressources intérieures.[157]

- *Augmentation du rendement en ce qui a trait au raffinage du pétrole brut* : Le gouvernement ukrainien désire améliorer le rendement énergétique de ses raffineries de pétrole.

- *Méthane de houillère :* L'Ukraine a demandé de l'aide quant à la viabilité de la capture de méthane dans les couches de houille. L'USEPA a travaillé avec le gouvernement ukrainien dans le but de mettre sur pied un centre spécialisé dans les couches de houille et de commercialiser le méthane de houillère à Donbass.[158]

- *Production d'énergie au charbon à haut rendement :* Le gouvernement ukrainien a établi des plans visant à explorer de nouvelles sources de charbon au sein du pays, afin de contrer sa crise énergétique et d'assurer qu'il y aura suffisamment d'énergie pour appuyer la croissance future. L'Ukraine désire utiliser des technologies non polluantes d'utilisation du charbon à haut rendement énergétique, afin de réduire les impacts environnementaux de la consommation de charbon.[159]

- *Augmentation de l'utilisation de l'énergie nucléaire :* L'Ukraine cherche activement à étendre la contribution de l'énergie nucléaire au réseau énergétique global du pays. L'Ukraine comporte actuellement un total de cinq installations nucléaires ayant une puissance totale d'environ 13,6 kW.[160]

- *Rénover ou remplacer les centrales existantes :* En juin 1993, le gouvernement de l'Ukraine, avec l'aide de la Banque mondiale et d'organismes multilatéraux et bilatéraux, a commencé la préparation d'un nombre de projets visant à rénover ses centrales hydroélectriques, ses centrales thermiques, et ses dispositifs de comptage pour la transmission et la distribution du gaz. Des débouchés importants existent dans ce domaine, étant donné l'étendue des rénovations devant être effectuées.

- *Biomasse :* Les ressources en bois et en tourbe de L'Ukraine semblent présenter un grand potentiel pour cette forme d'énergie. Des études détaillées sont nécessaires pour évaluer le potentiel réel de la biomasse.

---

[157] DFAIT. *A Guide to Doing Business in Ukraine*, mai 1998.
[158] Gouvernement des ÉTATS-UNIS . *United States Government Support for Climate Technology Cooperation.* Project and Activities, novembre 1998.
[159] www.pnl.gov/aisu/jiforweb.htm . *Joint Implementation in Countries in Transition: An Analysis of the Potential and Barriers,* mars 1995, 25 avril 1999.
[160] United States Energy Information Administration. *Ukraine*, septembre 1998.

- *Énergie hydroélectrique :* Les ressources hydroélectriques sont importantes mais sont presque entièrement développées. En avril 1995, la Banque mondiale a approuvé un prêt de 114 millions de dollars américains afin d'aider à rénover les centrales hydroélectriques. Les objectifs du projet de remise en état des centrales hydroélectriques et des systèmes de contrôle, parrainé par la Banque mondiale, sont a) d'améliorer le rendement, la fiabilité, la sécurité et la performance environnementale des centrales hydroélectriques, b) d'augmenter la capacité de production hydroélectricité, c) d'améliorer la qualité de l'approvisionnement en électricité en mettant à jour le contrôle de la charge et de la fréquence. Le projet comprend les éléments suivants : a) mise en oeuvre du programme complet de réhabilitation pour les centrales hydroélectriques *Dnieper* I et II et le réservoir rempli avec des pompes de Kiev, la réhabilitation des centrales hydroélectriques de Kiev, Kanev, Kremenchug, et Dniprodzerzhinsk.[161]

Utilisation ultime d'énergie

Industrie

- *Procédés industriels améliorés :* À l'image de tous les pays ayant une économie en transition, l'Ukraine a grand besoin d'améliorer le rendement énergétique de ses procédés industriels. Le Département de l'énergie des États-Unis (DOE) appuie les entreprises ukrainiennes quant à leur effort visant à améliorer le rendement énergétique et à gagner une capacité concurrentielle, compte tenu des réformes économiques de l'Ukraine. Six usines de grande envergure ont approuvé un ensemble exhaustif de recommandations liées aux mesures efficaces en matière d'énergie, dont la mise sur pied de 30 à 45 MW de puissance de cogénération dans une installation et d'une chaudière hautement efficace dans une autre. Ces deux installations économiseront un équivalent combiné de 35 à 65 MW de puissance, soit jusqu'à 19 millions de dollars américains par année lorsque le tout aura été mis en oeuvre.[162]

- *Équipement industriel plus efficace :* De nombreuses possibilités ont été détectées au sein des services publics et des commodités en ce qui concerne l'amélioration du rendement énergétique des systèmes de chauffage, de la construction domiciliaire, du transport urbain et des réseaux d'aqueduc et d'égout, les pertes d'eau et de chaleur en comparaison avec les systèmes de l'ouest et les pertes survenant dans les systèmes de transmission et de distribution étant évaluées à environ 20 %. Théoriquement, ces pertes pourraient être réduites à 6 à 8 %.[163] Les principales mesures destinées au secteur du chauffage comprennent le remplacement des chaudières désuètes par des chaudières ayant un haut rendement, l'introduction d'une protection anti-corrosive dans les systèmes de chauffage et les pipelines isolées, l'introduction de systèmes de contrôle automatisé dans les usines de production et l'utilisation de sources de rechange pour les combustibles et l'énergie.

---

[161] www.worldbank.org .- *World Bank Country Profile: Ukraine*, 25 avril 1999.
[162] www.worldbank.org . *World Bank Country Profile: Ukraine,* 25 avril 1999.
[163] www.worldbank.org . *World Bank Country Profile: Ukraine*, 25 avril 1999.

Au début de 1994, le Parlement ukrainien a adopté une loi de conservation de l'énergie. La loi fournit des mesures incitatives économiques afin que l'industrie investisse dans la conservation de l'énergie. Son succès dépend de la mise sur pied de fonds extrabudgétaires nationaux et locaux en fonction des fonds accumulés à partir des taxes spéciales sur le charbon et des pénalités imposées pour l'utilisation inefficace de l'énergie par des entreprises industrielles. En 1996, le gouvernement a approuvé les règlements pour l'exploitation du fond extrabudgétaire national pour l'efficacité énergétique. Toutefois, jusqu'à maintenant, les revenus provenant de ce fond ont été plus ou moins négligeables.

En 1997, les gouvernements de l'Ukraine et des États-Unis ont accepté de faire de la modernisation et du remplacement des stations de compression aux turbines à gaz une haute priorité. Le DOE des États-Unis travaille présentement en étroite collaboration avec le Comité d'État sur le pétrole et le gaz de l'Ukraine et *UkrNaftohaz* (la société gazière de transport de l'Ukraine) afin d'étudier la faisabilité de ce projet.[164]

Bâtiments

- *Appareils et équipement plus efficaces* : *L'Ukrainian Agency for Rational Energy Use and Ecology* (ARENA-ECO) aide présentement la Banque mondiale à évaluer un prêt de 40 millions de dollars américains servant à mettre en place des technologies efficaces en matière d'énergie dans les bâtiments publics de Kiev.[165]

Municipalités

- *Systèmes d'éclairage des rues efficaces* : Un éclairage des rues inefficace constitue un problème fréquent dans des villes de l'Europe de l'Est et dans des pays de l'ancienne Union Soviétique. Des systèmes d'éclairage des rues inefficaces consomment une grande quantité d'électricité et sont dispendieux à entretenir. La Ville de Rovno était l'une des nombreuses villes de l'Ukraine à ne pas posséder un système d'éclairage des rues efficace. Le projet pilote de Rovno touchait le remplacement de lampes à incandescence de 150 à 200 watts et des lampes à vapeur de mercure de 250 à 400 watts par des lampes au sodium. On prévoit que cela aura pour effet de réduire d'une moyenne de 53 %la consommation finale d'électricité du réseau d'éclairage de la ville. La période de retombée pour l'investissement a été calculée à 4,5 années. Suite à la modernisation, l'intensité énergétique des appareils d'éclairage du système subira une baisse de 225 watts par unité à 106 watts par unité. De plus, l'utilisation de lampes au sodium réduira de 95 %la teneur en mercure des lampes.[166] Des possibilités pour une telle échelle existent dans d'autres villes.

[164] Gouvernement des ÉTATS-UNIS . *United States Government Support for Climate Technology Cooperation. Project and Activities*, novembre 1998.
[165] Pacific Northwest Laboratory, 19 novembre 1998.
(www.sciencedaily.com/releases/1998/11/981119172248.htm) 25 avril 1999.
[166] Pacific Northwest Laboratories. *Cities in a No Regrets Climate Strategy: Lessons from Transition Economies*, octobre 1997.

- *Énergie centralisée :* On prévoit que la demande totale en chauffage pour l'Ukraine augmentera de 166 000 Gcal/h en 1995 à environ 203 000 Gcal/h d'ici 2010. C'est pourquoi le programme énergétique national de l'Ukraine pour les années 1997 à 2010 exige la mise sur pied continue des installations de chauffage centralisé et des centrales mixtes électrocalogènes. Le programme tente de reconstruire et de réhabiliter l'équipement afférent aux installations de chauffage centralisé, de promouvoir l'utilisation des produits de combustion dans le cadre de la production de chaleur, de construire de nouvelles installations et de construire des chaudières à haut rendement énergétique servant uniquement au chauffage et ayant une puissance jusqu'à 180 Gcal/h.[167] Une étude réalisée par la Banque mondiale a évalué l'état des installations de chauffage centralisé de Kiev ainsi que les besoins prioritaires. Ces installations possèdent une puissance installée d'environ 15 000 Gcal/h et les réseaux totalisent 2 300 km, soit les troisièmes plus importants des pays de l'ancienne Union Soviétique (AUS), après les systèmes de Moscou et de St-Petersbourg. À Kiev, le système d'installations de chauffage centralisé fournit la plus grande partie de la chaleur et de l'eau chaude pour les habitants urbains ainsi que la vapeur pour l'industrie. Le système est composé de nombreux opérateurs d'installations de chauffage centralisé. Kievenergo approvisionne le système principal en chaleur et possède et exploite les principales sources de chaleur, qui consistent en deux centrales mixtes électrocalogènes et en neuf chaufferies de grande envergure. Le principal réseau de transmissions totalise 768 km de longueur.[168]

Sources non énergétiques afférentes

- *Réduction des émissions de méthane provenant des systèmes destinés aux laiteries et au bétail :* En tant que « corbeille à pain » de l'ancienne Union Soviétique (AUS), l'Ukraine représentait un cinquième de la production totale de viande et de produits laitiers de l'AUS. En raison du besoin de contrôler les émissions de méthane provenant du secteur des produits laitiers et du bétail, l'USEPA a effectué une étude de faisabilité afin d'examiner des façons d'améliorer les diètes et la productivité des grands ruminants, de façon à réduire les émissions de méthane par unité de viande ou de lait produite.[169] L'étude a démontré que des possibilités importantes de réduction des émissions existent dans le secteur de l'agriculture.

7.10.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

Tandis que la priorité de l'Ukraine est d'atténuer la dépression économique à laquelle le pays fait présentement face, il existe un bon nombre de préoccupations environnementales touchant le pays. L'Ukraine souffre de la pollution de l'air et de l'eau,

[167] www.worldbank.org . *World Bank Country Profile: Ukraine,* 25 avril 1999.
[168] www.worldbank.org . *World Bank Country Profile: Ukraine,* 25 avril 1999.
[169] Gouvernement des ÉTATS-UNIS. *United States Government Support for Climate Technology Cooperation. Project and Activities*, novembre 1998.

du déboisement et de la contamination par la radiation dans le nord-est, résultats de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Chernobyl en 1986.

L'Ukraine compte la quatrième plus nombreuse population de l'Europe et la plus grande superficie. Depuis l'indépendance, survenue en décembre 1991, l'Ukraine a enregistré une décroissance de sa population et de ses taux de croissance du PIB, dont une décroissance à deux chiffres de son PIB durant quatre années, soit de 1993 à 1996. Cependant, on prévoit que le PIB expérimentera un taux de croissance de 2 % en 1999 grâce à l'augmentation des exportations plutôt que de la demande intérieure. En dépit des possibilités de croissance positive et de la mise en oeuvre de réformes économiques, la transition de l'Ukraine vers une économie de marché continue de se produire à un rythme lent. Ce rythme lent de réforme a compromis l'aide financière fournie par le Fonds monétaire international (FMI), la Banque mondiale et d'autres investisseurs étrangers.

L'économie non officielle de l'Ukraine est un facteur compliquant davantage le chemin du pays vers la reprise économique. Un rapport réalisé par la Banque mondiale a évalué qu'en 1996, 51,7 % du PIB de l'Ukraine n'a pas été déclaré au gouvernement et que l'économie non officielle représente actuellement 40 à 60 % du PIB. L'incapacité du gouvernement à mettre en oeuvre des réformes structurelles et la surréglementation de l'économie sont considérées comme étant des causes importantes de la croissance de l'économie non officielle.[170]

Pourtant, au cours des trois dernières années, des accomplissements remarquables ont été réalisés. Le taux d'inflation annuel a été réduit de 8,000 % en 1993, à 16 % en 1997, le régime de marché a été libéralisé, les prix intérieurs ne sont plus contrôlés, les subventions des produits de consommation ont été réduites et les prix de l'énergie ont augmenté aux niveaux des prix en vigueur ailleurs dans le monde. L'Ukraine a également annoncé son intention de devenir un membre de l'Organisation mondiale du commerce (OMC).[171]

L'Ukraine est l'un des plus importants producteurs et consommateurs d'électricité de l'ancienne Union Soviétique et de l'Europe de l'Est. En 1996, l'Ukraine a produit 200 milliards de kWh d'énergie, desquels seulement 187 milliards ont été consommés. La plus grande partie de l'électricité de l'Ukraine est produite à partir de 14 grandes centrales à combustibles fossiles, cinq centrales nucléaires et 10 centrales hydroélectriques. Cependant, la production des centrales thermiques a diminué en raison de la dépréciation, des problèmes relatifs à la maintenance et des pénuries de combustibles.[172]

On prévoit que la croissance économique graduelle de l'Ukraine entraînera une demande grandissante en ce qui a trait aux ressources énergétiques déjà décroissantes de ce pays et par conséquent, continuera d'augmenter les émissions de GES provenant du secteur de l'énergie.

---

[170] United States Energy Information Administration. *Ukraine*, septembre 1998.
[171] DFAIT. *A Guide to doing business in Ukraine*, mai 1998.
[172] United States Energy Information Administration. *Ukraine*, septembre 1998.

Bien que les secteurs résidentiels et commerciaux de l'Ukraine reçoivent la priorité par rapport à l'industrie en ce qui a trait à la distribution de l'énergie, le chauffage et l'électricité pour fins résidentielles et commerciales sont rationnés dans certaines régions, en raison de l'insuffisance et de l'inefficacité de la production de l'énergie.[173]

7.10.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

Les estimations de la taille éventuelle du marché ukrainien pour les produits et services environnementaux ne sont pas disponibles. Toutefois, un secteur afférent offrant des débouchés exceptionnels est le secteur de l'énergie. Le gouvernement ukrainien a accordé la priorité à la revitalisation de l'industrie de l'énergie à un coût évalué à 7 milliards de dollars américains. Les technologies permettant de conserver l'énergie sont nécessaires dans tous les secteurs de l'énergie, en particulier si les restrictions imposées par l'Ukraine sur la consommation énergétique et le défaut de paiement sont appliquées et si l'industrie lourde désire être concurrentielle au niveau du marché mondial. Les entreprises recherchent de l'équipement davantage à la fine pointe de la technologie afin de remplacer l'équipement soviétique désuet et incompatible.[174]

Depuis l'indépendance de l'Ukraine survenue en 1991, le Canada a cherché à créer des liens commerciaux avec ce pays. Des accords de base ont été signés, dont la double imposition, la protection de l'investissement étranger et la coopération économique. La Commission économique intergouvernementale (CEI) et son homologue du secteur privé, l'Initiative commerciale Canada - Ukraine, travaillent dans le but de détecter et de surmonter des défis entravant l'expansion des entreprises en Ukraine, afin d'appuyer les investissements canadiens dans ce pays.[175]

Afin de rendre l'Ukraine attirante pour les investisseurs étrangers et d'augmenter sa concurrentialité au niveau du marché mondial, ce pays a déréglementé certains secteurs, a réduit les prescriptions concernant l'autorisation d'exercer, a introduit de nouvelles procédures d'enregistrement simplifiées, a commencé à mettre en place la privatisation des moyennes et grandes entreprises et ce, à un rythme satisfaisant, et enfin, a entrepris des réformes dans le secteur de l'énergie. De plus, en janvier 1998, un nouveau système comptable compatible avec les normes internationales a été introduit.

En ce qui a trait aux sources offrant un financement visant à appuyer les entreprises canadiennes en Ukraine, la Société pour l'expansion des exportations (S.E.E.) et les banques à charte ont mis sur pied des facilités de crédit et des services d'exportation en Ukraine. Le financement de projet, autre que celui disponible par le biais de partenariats avec des organisations locales, peut être obtenu auprès d'Institutions financières internationales (IFI). La Banque européenne pour la reconstruction et le développement

[173] United States Energy Information Administration. *Ukraine*, septembre 1998.
[174] DFAIT. *A Guide to doing business in Ukraine*, mai 1998.

[175] DFAIT. *A Guide to doing business in Ukraine*, mai 1998.

(BERD) et la Banque internationale pour la reconstruction et le développement (BIRD) ou la Banque mondiale, sont toutes deux actives en Ukraine et possèdent des bureaux dans ce pays.[176]

Les principales importations de l'Ukraine sont liées au pétrole, au gaz, au matériel de transport, aux machines et aux pièces, au textile et aux produits chimiques. Les principaux partenaires commerciaux de l'Ukraine sont le Bélarus, la Chine, l'Allemagne, la Russie, le Turkménistan et les États-Unis.[177]

Sur l'ensemble, l'Ukraine constitue un important marché pour les exportateurs canadiens. En 1997, les exportations du Canada vers l'Ukraine ont totalisé 22 millions de dollars canadiens et les importations, 27 millions de dollars canadiens. Afin d'améliorer l'accès aux marchés, le Canada cherche à diminuer les niveaux de tarifs sur les produits d'exportation, tels que le matériel lié au pétrole et au gaz, les produits de haute technologie et les éléments industriels supplémentaires, les matériaux de construction et les produits et l'équipement agro-alimentaires.

7.11 la République tchèque

7.11.1 Évaluation des besoins

Ci-dessous se trouve une liste détaillée des besoins de la République tchèque en matière de technologies sans danger pour le climat :

Production d'énergie

- *Production d'énergie au charbon à haut rendement :* Des projets pilotes visant à améliorer le rendement de la production d'énergie au charbon sont en cours. Par exemple, un programme de mise à jour de l'utilisation du charbon destiné à Usti nad Labem a aidé à réduire de façon importante la quantité de pollution provenant de trois grandes installations de chauffage centralisé et de petits fourneaux résidentiels alimentés au charbon. L'objectif global du programme était d'aider la Ville de Usti nad Labem à mettre sur pied des sources d'énergie de rechange rentables.

- *Remplacer le charbon et le pétrole par le gaz naturel :* Des besoins et des débouchés importants existent dans ce domaine. Certains efforts ont déjà été entrepris. Par exemple, en 1997, la principale installation de chauffage centralisé de la ville de Kaplice a fait l'objet d'une transformation, passant d'une installation alimentée au charbon à une installation alimentée au gaz naturel. Ce remplacement de combustible utilisé a rendu possible le branchement des maisons privées, des bâtiments publics et des entreprises industrielles à la principale installation de chauffage centralisé. Un projet entrepris à Decin est également perçu comme étant un bon modèle permettant de répondre aux besoins de la République tchèque en matière de technologie.

[176] I. bid.
[177] United States Energy Information Administration. *Ukraine*, septembre 1998.

Decin est l'une des villes les plus polluées du nord de Bohème. Les émissions non contrôlées d'anhydride sulfureux, de NOx et de matières particulaires provenant de l'utilisation étendue de charbon jaune (lignite) local dans le cadre de la production de chaleur, constituent un des principaux sujets de préoccupation. Afin d'aborder ces sujets de préoccupation, un projet pilote de remplacement de combustible a été conçu pour Decin et est présentement en phase de mise en oeuvre. Ce projet a été approuvé en vertu de l'Initiative des États-Unis sur la mise en oeuvre conjointe entre un établissement du secteur privé des États-Unis, et la République tchèque.[178] Avec l'aide du *US Centre for Clean Air Policy* (CCAP), des fonds additionnels ont été amassés dans le but de financer le remplacement d'une installation de chauffage alimentée au charbon par une installation alimentée au gaz naturel dans l'une des cinq installations de chauffage centralisé de la ville. Ce projet permettra non seulement à Decin d'améliorer sa qualité de l'air, mais lui permettra également de contribuer aux efforts internationaux visant à réduire les émissions de GES. Les activités entreprises dans le cadre du projet augmenteront l'efficacité de l'offre au moyen d'un remplacement de combustible au sein d'une installation de chauffage centralisé, amélioreront le rendement énergétique des réseaux de chauffage centralisé, installeront des unités d'approvisionnement énergétique et permettront la cogénération plutôt que la seule production de chaleur. Ce projet entraînera les résultats suivants :

- une réduction de 133 827 tonnes de CO2 sur une période de 25 ans grâce au remplacement du combustible,
- une réduction de 475 125 tonnes de CO2 sur une période de 25 ans grâce à la cogénération,
- l'élimination des émissions d'anhydride sulfureux provenant des installations de chauffage centralisé, et
- l'élimination complète des cendres.[179]

- *Cogénération :* Le besoin pour une technologie de cogénération est vaste et on a commencé à y répondre. Le ***State Environmental Fund*** (SEF) utilise les amendes imposées aux pollueurs afin de financer des projets environnementaux. La ville de Vratimov, située au nord de la Moravie, reçoit l'appui du SEF pour élaborer un projet d'utilisation de la chaleur résiduaire provenant d'une aciérie locale afin d'approvisionner son installation de chauffage centralisé. L'aciérie de Nova Hut répond à environ 80 % de la demande en chaleur de cette ville. Ce projet a remplacé 15 chaudières à charbon et une vieille chaudière à gaz par une nouvelle installation de chauffage centralisé. La puissance installée totale de cette nouvelle installation est de 16 MW, ce qui permet de répondre à la demande maximum prévue tout en gardant une réserve supplémentaire importante. Avant l'achèvement de ce projet, la chaleur inutilisée s'échappait dans l'atmosphère. Le fait de mettre en oeuvre ce projet a déjà permis d'économiser environ 100 000 GJ d'énergie primaire annuellement, sous

[178] JI Project development in the Czech Republic. (www.vol.cz/nondek/jicz/websi2.htm), 27 avril 1999.
[179] www.Northsea.nl/jiq/fossil.htm . *Joint Implementation Network: The Netherlands*, 27 avril 1999.

forme de combustible. L'utilisation de la chaleur résiduaire dans le cadre du projet Vratimov a permis d'économiser 1800 tonnes d'anthracite, 1200 tonnes de coke, 1200 tonnes de charbon jaune et 100 000 tonnes de gaz naturel. Ensemble, ces combustibles inutilisés entraînent l'élimination de 9700 tm d'émissions de CO2 par année.[180] Suite à l'achèvement de ce projet, des économies supplémentaires de chaleur et d'énergie ont été réalisées grâce à l'installation de compteurs de chaleur et d'instruments de régulation. Les foyers ont profité directement de ces mesures parce qu'ils bénéficiaient d'une mesure incitative économique pour la conservation de l'énergie et donc, d'une réduction de leurs factures de chauffage et d'eau chaude.

La Banque mondiale met présentement en oeuvre un projet visant à agrandir, moderniser et transformer l'*Energy Centre Kladno* (ECK) de la République tchèque, auparavant centrale thermique à vapeur industrielle et installation de chauffage centralisé, en une centrale de production d'électricité. La transformation de la centrale nécessitera les éléments suivants : de nouvelles chaudières au lit fluidisé alimentées au charbon, des turbogénérateurs et une turbine à gaz comportant une unité de récupération de la chaleur pour la production de vapeur. Les nouvelles chaudières au lit fluidisé et les turbines à gaz respecteront les lignes directrices émanant de la République tchèque et de la Banque mondiale relativement aux émissions de cheminée. Lorsque le projet sera complètement achevé, l'ECK sera une centrale de cogénération produisant de l'électricité et de la vapeur. Une centrale classique utilise habituellement seulement 35 % de la teneur en chaleur d'un combustible, le reste étant perdu sous forme de chaleur résiduaire.[181] On prévoit que ce projet atteindra un rendement thermique de plus de 50 %.

De nombreux organismes d'exécution, dont le ministère tchèque de l'Environnement, le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et la Banque mondiale, participent à un autre projet d'utilisation de la chaleur résiduaire. Le but premier de ce projet consiste à diminuer les émissions de GES en augmentant le rendement énergétique et la fiabilité de l'approvisionnement en chaleur et en énergie de l'usine *Vetropak Moravian Glass* (VMG) et de l'installation de chauffage centralisé de la ville de Kyjov. Située dans la ville de Kyjov, l'usine VMG est le plus important fabricant de bouteilles de verre de la République tchèque. Actuellement, l'installation de fabrication du verre produit des volumes importants de chaleur résiduaire. Pour cette raison, un système de rechange à cycle combiné sera mis en oeuvre afin d'utiliser la chaleur résiduaire dans le but de produire une chaleur industrielle et de l'électricité pour l'installation. Le reste sera fourni à la ville de Kyjov en tant que source de chaleur primaire destinée à son installation de chauffage centralisé. Ce projet comprendra la démonstration d'une cogénération au gaz à cycle combiné, étant donné que cette technologie n'est pas souvent utilisée, et la démonstration des avantages acquis en combinant les procédés de production de chaleur industrielle avec la production de chauffage centralisé pour une ville. L'achèvement de ce projet déplacera également la production d'énergie dans une centrale au lignite, entraînant

[180] www.Northsea.nl/jiq/fossil.htm .- Joint Implementation Network: The Netherlands, 27 avril 1999.
[181] www.worldbank.org . *World Bank Projects in the Czech Republic*, 27 avril 1999.

par le fait même une diminution des émissions. Cela éliminera également les émissions de NOx provenant d'un total de 15 installations de chauffage centralisé situées près des zones résidentielles de la ville de Kyjov.[182]

- *Rénover ou remplacer les centrales existantes :* La réduction de la dépendance envers les centrales alimentées au charbon désuètes et dangereuses pour l'environnement constitue une priorité pour les artisans de la politique tchèques. CEZ, la compagnie d'électricité appartenant auparavant à l'État, a réorganisé ses activités et a déjà fermé de nombreuses vieilles centrales alimentées au charbon hautement polluantes. En décembre 1994, 12 usines et six des emplacements principaux avaient déjà été fermés de façon permanente. À la fin du programme, soit en 1998, un total de 19 centrales alimentées au charbon désuets et hautement polluantes, ayant une puissance de 2,3 GW, avaient été fermées. La CEZ cherche également à augmenter le rendement de la production d'électricité en modernisant les technologies utilisées dans les centrales, plusieurs d'entre elles datant des années 60 et 70. Donc, la CEZ investit de façon importante dans la rénovation de ses centrales existantes alimentées au charbon en se procurant du matériel de désulfuration du gaz de fumée et de combustion en lit fluidisé. Ces mesures reflètent l'engagement de la CEZ envers le remplacement du charbon par des combustibles fossiles comportant moins de risques pour l'environnement, en particulier le gaz naturel.[183] Le programme de la CEZ visant à désulfurer ses centrales entre maintenant dans la phase finale. D'ici l'An 2000, les émissions d'anhydride sulfureux, de NOx et de CO2 provenant des centrales alimentées au charbon des services publics devraient être respectivement 93 %, 50 % et 10 % inférieures à celles ayant été rejetées en 1993. De plus, la CEZ diminuera les activités des autres centrales sulfurées durant la construction des centrales désulfurées supplémentaires.

  Le projet auquel participent l'hôpital d'enseignement de Bulovka à Prague et le l'hôpital de district de Jilemnice situé au nord-est de la Bohême, constitue une autre initiative démontrant le plan agressif de la République tchèque pour la rénovation des centrales existantes. Les deux hôpitaux nécessitent d'importantes rénovations de leurs installations de chauffage central afin de réduire les coûts énergétiques. Les rénovations entraîneront des économies qui permettront aux hôpitaux de réduire leurs coûts d'exploitation globaux sans compromettre leurs niveaux de services. Avant la création du projet, l'hôpital de Bulovka était chauffé grâce à la vapeur produite à partir de sa propre centrale à vapeur. Afin d'assurer un bon rendement énergétique :

  - le système de chauffage à vapeur externe de l'hôpital a été changé pour un système de chauffage centralisé,
  - un nouveau système de gestion de l'énergie permettant un contrôle plus précis des températures à l'intérieur et de l'eau chaude a été mis en place,
  - un nouvel appareil de traitement de l'air et de récupération de la chaleur a été installé,

[182] www.worldbank.org .- *World Bank Projects in the Czech Republic*, 27 avril 1999.
[183] United States Energy Information Administration. *Czech Republic*, septembre 1995.

- le système global a été mis à jour afin de comprendre une nouvelle chaudière à gaz à haut rendement énergétique,
- un matériel de contrôle et de surveillance a également été installé, et
- la grande majorité de la tuyauterie datant de plus de 50 ans a été remplacée.

Suite à cela, la centrale originale à vapeur a été fermée et l'hôpital reçoit maintenant de la chaleur et de l'eau chaude à partir d'échangeurs de chaleur nouvellement installés. On évalue que le nouveau système entraînera des économies annuelles d'environ 700 000 dollars américains, comprenant une période de récupération d'une durée de quatre ans. En effet, cette mise à jour réduit de façon importante les coûts relatifs à la production d'énergie ainsi que les émissions de GES.[184]

- *Électricité tirée de la biomasse* : Un projet visant à construire une installation de chauffage alimentée au bois destinée à une école maternelle et aux maisons voisines au sein de la ville de Lomnice nad Luznici est présentement parrainé par *Seven*, un institut de recherche sur le rendement énergétique situé en République tchèque.[185]

Utilisation ultime d'énergie

Bâtiments (résidentiels et commerciaux)

Appareils et équipement plus efficaces : La grande partie de la population de la République tchèque réside dans des unités de logement ayant un faible rendement énergétique. Le charbon jaune (lignite) et le charbon bitumineux sont les produits de chauffage les moins dispendieux et sont donc utilisés par la majorité de la population pour fins de chauffage. Le programme fédéral pour le rendement énergétique est un programme d'état offrant une aide financière directe pour jusqu'à 40 % des coûts d'investissement totaux destinés aux projets économiseurs d'énergie. Le programme reçoit du financement de la part du ministère de l'Industrie et du Commerce et de la *Czech Energy Agency* (CEA). Les bénéficiaires ce soutien peuvent être des foyers privés, des organismes municipaux, des entrepreneurs participant à la production de chaleur et d'électricité et des propriétaires de bâtiments résidentiels. Ce projet fait partie d'une stratégie de plus grande envergure visant à améliorer l'économie tchèque par le biais d'un soutien d'état pour les investissements liés au rendement énergétique. En 1996, 6,8 millions de dollars tchèques provenant du budget d'état ont été alloués aux programmes de conservation de l'énergie. En comparaison avec 1995, les souscriptions pour des projets liés au rendement énergétique avaient augmenté de 50 % en 1996, démontrant les débouchés existant pour les fournisseurs de matériel à haut rendement énergétique sans danger pour le climat. En 1997, des subventions ont été accordées à des projets qui entraîneront :

[184] World Energy Efficiency Association. *ESCO Case Study: Bulovka Teaching Hospital, Prague, Czech Republic*, décembre 1995. (www.weea.org/best/bulovka), 27 avril 1999.
[185] JI Online: www.ji.org/projects/heat.shtml , 27 avril 1999.

- la réduction de la consommation d'énergie (dont la chaleur et l'eau chaude) dans les foyers et les bâtiments scolaires,
- la réduction de la consommation d'énergie dans les établissements de soins de santé,
- la mise en oeuvre de mesures à haut rendement énergétiques dans les bâtiments publics,
- la mise en oeuvre de projets d'énergie renouvelable et de cogénération dans les systèmes municipaux,
- l'amélioration des systèmes d'approvisionnement en énergie pour les cités ouvrières, et
- la mise en oeuvre de mesures à haut rendement énergétique et de projets d'énergie renouvelable dans les secteurs du transport et de l'agriculture.

Sur l'ensemble, la participation au programme décrit ci-dessus pourrait entraîner l'augmentation du rendement dans le secteur municipal en réduisant la consommation d'énergie de 30 %. Cela économiserait environ 23 milliards de kWh d'énergie annuellement.[186] Jusqu'à maintenant, les programmes liés au rendement énergétique réalisés entre 1991 et 1995 ont entraîné des économies annuelles de 1000 térajoules.

Les projets liés au rendement énergétique dans le secteur du logement ont entraîné des économies importantes au niveau des subventions gouvernementales. Ce programme a également permis de diminuer la consommation de chaleur dans les bâtiments publics, soit de 2 % en 1992, 1 % en 1993 et 4 % en 1994. Entre 1991 et 1995, le programme a entraîné une réduction de 1,6 million de tm des émissions de CO2 et de 7600 tm des émissions de NOx.[187] Des économies d'énergie additionnelles pour la même période comprennent :

- *Tempérer :* Dans le cadre de ce projet, la CEA a installé 63 systèmes devant servir pour 6300 unités d'habitation, ce qui a entraîné des économies d'énergie de 100 000 GJ par année, soit une économie de 49 % par appartement.[188]
- *Comptage et contrôles :* Ce même projet a permis l'installation de 23 systèmes devant servir pour 38 000 unités d'habitation. Cela a entraîné des économies de 22 % par appartement.[189]
- *Centrales aux chaudières à gaz :* Enfin, ce projet a permis l'installation de huit systèmes pour un total de 200 unités d'habitation. Cela a entraîné des économies de 34 % par appartement.[190]

Depuis juillet 1996, 160 petites centrales d'énergie hydraulique, 11 pompes thermiques, 56 centrales de cogénération, sept centrales éoliennes, cinq appareils héliotechniques, trois installations bio-gaz et une chaudière au bois sont en activité en République tchèque. Les 243 systèmes installés par le biais de programmes d'énergie

[186] Advanced International Studies Unit: Pacific Northwest National Laboratory. *Climate Change Mitigation: Case Studies from the Czech Republic*, février 1998.
[187] Advanced International Studies Unit: Pacific Northwest National Laboratory. *Climate Change Mitigation: Case Studies from the Czech Republic*, février 1998.
[188] I. bid.
[189] I. bid.
[190] I. bid.

renouvelable ont une puissance totale de 20 000 kW_e et 8 500 kW_t et on prévoit qu'ils produiront 70 millions de kWh_e chaque année.[191]

Gestion du CO2

Séquestration et stockage

- *Puits forestiers :* La capacité d'absorption du CO2 avait augmenté de 1 à 4 % entre 1990 et 1993. Un projet conjoint de mise en oeuvre approuvé entre la ***Dutch Face Foundation*** et la République tchèque touche le reboisement de régions endommagées par la pollution atmosphérique (précipitations acides résultant des émissions produites par la combustion de charbon hautement sulfuré), se situant à Krkonose et Sumava Mts.[192]

Sources non énergétiques afférentes

- *Capture et utilisation des gaz d'enfouissement :* Un projet utilisant le biogaz provenant des sites d'enfouissement communautaires pour produire de l'énergie est présentement parrainé par *Seven. Zeravice* I et *Zervace* II sont deux sites d'enfouissement indépendants situés près de la ville de Prerov. Le gaz sera capturé à partir de chaque site d'enfouissement et transporté par le biais d'un gazoduc à moyenne pression, afin d'être utilisé par les résidents du groupe d'habitations de Prerov-Predmosti. Les échangeurs de chaleur existants recevront le gaz et le brûleront dans des centrales de cogénération. L'énergie électrique produite sera vendue à la société de distribution, tandis que la chaleur produite sera vendue à la société fournissant la chaleur au groupe d'habitations.[193]

Technologies transversales

- *Changement de combustible, cogénération, rendement énergétique, remplacement et rénovation des centrales :* Le parlement tchèque a décidé d'utiliser une partie du Fond de l'État pour réduire la pollution régionale et a présenté le programme ***Program on Healing the Atmosphere*** (PHA) en juillet 1994. Le programme a été conçu dans le but d'améliorer la qualité de l'atmosphère dans les villes et les municipalités. Le **PHA** a alloué 200 millions de dollars américains pour l'investissement dans le programme entre 1994 et 1997. Des mesures hautement prioritaires comprennent le remplacement de la combustion du charbon jaune, des briquettes, et du sédiment de charbon par le gaz naturel, l'électricité, ou d'autres sources d'énergi comportant moins de risques pour l'environnement, destinés aux appartements et au matériel industriel nécessitant jusqu'à 50 MW d'énergie. Environ 90 % des activités appuyées par le PHA sont centrées sur le remplacement du charbon jaune utilisé dans les petites centrales de combustion par le gaz naturel. Bien que ce programme ne soit pas conçu dans le but d'appuyer des objectifs internationaux liés

[191] I. bid.
[192] http. www.vol.cz/nondek/jicz/websi2.htm . *JI Project development in the Czech Republic.*
[193] JI Online: www.ji.org/projects/biogas.shtml. 27 avril 1999.

au climat, il le fait indirectement. Le financement du programme peut être utilisé pour les activités suivantes :

- des projets améliorant la qualité de l'air en remplaçant le charbon par le gaz naturel,
- des projets réduisant la pollution atmosphérique provenant des sources stationnaires produisant jusqu'à 50 MW,
- la construction de systèmes de distribution du gaz ou de réseaux vers les villes ou de systèmes de distribution du gaz locaux, et
- la construction de centrales à l'énergie renouvelable produisant jusqu'à 50 MW afin de remplacer les centrales au charbon.

Le PHA réduit les émissions de CO et de NOx d'environ 64 000 tonnes et 5000 tonnes per annum respectivement. Bien que ce programme ne contrôle pas les émissions de CO2, on évalue que ces dernières auront été réduites d'environ 6,4 millions de tonnes entre 1997 et 2000.[194]

Environ 10 % de toutes les réductions d'émissions de CO2 entraînées par le remplacement des combustibles peuvent être attribuées au PHA. Cette réduction représente environ 30 % de toutes les réductions d'émissions réalisables du point de vue économique grâce au remplacement des combustibles et ce, jusqu'à l'An 2000. La taille globale du marché pour la conversion des combustibles indique que le PHA pourrait être agrandi de deux ou trois fois par rapport à sa taille actuelle.

7.11.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

Le fait d'intégrer l'économie tchèque au marché mondial, en particulier celui de l'Union européenne, constitue une priorité pour le gouvernement. La République tchèque a officiellement posé sa candidature pour faire partie de l'Union européenne en 1996 et on prévoit que cette candidature sera acceptée d'ici 2005. On évalue que la République tchèque doit investir 15 milliards de dollars américains dans son secteur environnemental afin de se conformer aux normes de l'Union européenne, et que le financement proviendra principalement de sources publiques et privées ainsi que de l'Union européenne. Les objectifs spécifiques comprennent la stabilité entre l'approvisionnement énergétique et la demande, la concurrentialité au sein du secteur de l'énergie et des coûts relatifs à l'énergie tenant compte des effets sur l'environnement.

Selon une récente évaluation réalisée par l'Union européenne, les priorités environnementales de la République tchèque comprennent la qualité de l'air, l'assainissement des eaux et la gestion des déchets. Le ministère de l'Environnement de la République tchèque évalue que six milliards de dollars américains seront nécessaires pour régler le seul problème de la pollution atmosphérique. L'Union européenne recommande également que la République tchèque minimise la consommation d'énergie

[194] Advanced International Studies Unit: Pacific Northwest National Laboratory. *Climate Change Mitigation: Case Studies from the Czech Republic*, février 1998.

et les déchets en introduisant des technologies de pointe visant à atténuer les autres problèmes environnementaux.[195]

En 1997, la République tchèque comptait une population de 10,3 millions de personnes et un accroissement négatif prévu de -2 % pour la période allant de 2005 à 2010. En dépit de cette prévision accroissement négatif, la consommation de produits et services ne cesse d'augmenter. L'augmentation de la consommation se traduit par une augmentation de la demande pour de l'approvisionnement énergétique. Selon *Seven*, la consommation d'énergie par habitant est deux fois plus élevée que celle de l'Europe de l'Ouest. Par exemple, la consommation d'énergie par unité de PIB demeure 2,5 fois plus élevée que la moyenne de l'Union européenne.

En 1991, la République tchèque a adopté la Résolution 252/91 visant à réduire la consommation d'énergie dans l'économie tchèque. Afin de réduire la consommation d'énergie, la République tchèque doit remplacer la majorité de son équipement et de ses appareils inefficaces et doit augmenter la qualité des combustibles.[196] La résolution a entraîné la création d'un programme stratégique fédéral visant à appuyer la propagation de l'équipement, des matériaux et des technologies ayant un bon rendement énergétique.

La République tchèque est l'une des économies les plus évoluées subissant les plus importantes transformations de l'Europe de l'Est. Depuis sa séparation d'avec la Slovaquie en 1993, la République tchèque a entrepris avec succès le développement d'une économie prospère centrée sur le marché. En 1997, le PNB par habitant était de 5200 dollars américains et le taux de croissance économique du pays est présentement évalué à environ 4 %. Le gouvernement élu en 1998 poursuit la réalisation des éléments principaux des ajustements macro-économiques ayant déjà été entrepris. En particulier, ces ajustements comprennent la réglementation prudente des marchés financiers, l'adoption d'un cadre de faillite pertinent et la poursuite de la privatisation.[197] En ce moment, considérant les niveaux de croissance économique, les niveaux d'émissions de GES seront 10 % inférieurs aux niveaux de référence de 1990 en République tchèque.[198]

Les politiques énergétiques à moyen et à long terme du gouvernement de la République tchèque seront centrées sur l'harmonisation des normes du secteur énergétique tchèque avec celles de l'Union européenne. Cela se traduira par la diminution de la dépendance envers les combustibles solides (le charbon, le coke et le bois), soit de 60 % de la production d'énergie en 1996 à 40 % d'ici 2005. Les coûts de l'énergie en vigueur dans la République tchèque continueront d'augmenter pour atteindre les niveaux mondiaux, et ce, grâce aux réformes effectuées dans le secteur de l'énergie. Cette augmentation du coût de l'énergie a entraîné la préoccupation du gouvernement par rapport au rendement énergétique.

---

[195] U. S. Department of Commerce. *National Trade Data Bank*, 26 février 1999

[196] Seven, The Energy Efficiency Center. *Energy and Economic Bulletin for the Czech Republic*, janvier 1999.

[197] World Bank. *The World Bank Group Countries: Czech Republic*. août 1998.

[198] Advanced International Studies Unit: Pacific Northwest National Laboratory.- *Climate Change Mitigation: Case Studies from the Czech Republic*, octobre 1997.

7.11.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

La République tchèque a été le premier pays post-communiste à se joindre à l'OCDE en décembre 1995. C'est pourquoi la République tchèque est déterminée à posséder un marché libre et à maintenir une économie en général ouverte, ne comportant que très peu d'obstacles au commerce et à l'investissement. La monnaie tchèque, la couronne, est entièrement convertible pour la plupart des fins commerciales. De 1990 à mars 1996, l'investissement étranger direct total dans la République tchèque était de 5954,7 millions de dollars américains.

La République tchèque s'est engagée à ne pas faire de discrimination contre les investisseurs étrangers lorsqu'elle s'est jointe à l'OCDE. Bien que légalement, le gouvernement n'ait pas la permission de faire de différence entre les investisseurs étrangers et intérieurs ou entre les investisseurs étrangers provenant de divers pays, les investisseurs étrangers ressentent toutefois des inquiétudes. Les principales inquiétudes des entreprises canadiennes concernent les avantages comparatifs accordés aux investisseurs de l'Union européenne en raison de la géographie, les taxes élevées de la République, la lenteur des prises de décision du gouvernement et les chinoiseries administratives excessives.

Le marché industriel pour le rendement énergétique est évalué à 3,15 milliards de dollars américains.[199] Les marchandises industrielles représentaient 20,6 % des importations totales durant les cinq premiers mois de 1998. Les principaux produits d'importation de la République tchèque sont la machinerie et l'équipement afférent au transport, les combustibles et les lubrifiants, les produits manufacturés, les matières premières, les produits chimiques et les produits agriculturaux.[200]

Onze zones de libre-échange sont établies dans de nombreuses villes à travers toute la République tchèque. Les matériaux, les composants et les produits semi-finis sont exemptés des droits ou des TVA s'ils sont exportés dans une zone de libre-échange. Si les marchandises importées sont utilisées dans le cadre de la fabrication ou du traitement d'un produit final, étant par la suite lui-même exporté de nouveau, elles sont également exemptées de droits. Le ministère de l'Industrie et du Commerce émet des permis d'importation à ceux désirant importer des marchandises sélectionnées en République tchèque.

La République tchèque est un membre de l'OMC et a adopté un code de tarification comportant un taux tarifaire moyen d'environ 5 %. Les taux de douane spécifiques sont publiés dans le tableau tarifaire tchèque établi en fonction du Système harmonisé de classification. Le tarif de base pour la taxe sur la valeur ajoutée est de 22 %. La plupart des exportations de l'Union européenne profitent de tarifs inférieurs par rapport aux autres pays, en vertu de l'accord d'association de la République tchèque avec l'Union européenne. D'après cet accord, les tarifs sur les exportations de l'Union européenne vers

[199] World Energy Efficiency Association.. *ESCO Case Study: Bulovka Teaching Hospital, Prague, Czech Republic*, décembre 1995. (www.weea.org/best/bulovka) 27 avril 1999.
[200] United States Energy Information Administration. *Czech Republic*, septembre 1995.

la République tchèque seront éliminés d'ici l'An 2000. De plus, la République tchèque fait également partie du CEFTA (*Central European Free Trade Agreement*), dont font également partie la Slovaquie, la Pologne, la Bulgarie, la Hongrie, la Roumanie et la Slovénie. Les membres du CEFTA profitent également de droits plus avantageux relativement à leurs exportations vers la République tchèque.

Plus de 60 % du commerce de la République tchèque est réalisé avec l'Union européenne et ses principaux partenaires commerciaux, soit la Slovaquie, les anciennes Républiques Soviétiques, l'Allemagne, l'Autriche, la Pologne, la Suisse, le RU et l'Italie. La République tchèque commerce également avec les membres du CEFTA. La plus forte concurrence pour les exportateurs canadiens de technologies sans danger pour le climat proviendra sensiblement des pays de l'Union européenne.

7.12 l'Argentine

7.12.1 Évaluation des besoins plus détaillée

Ci-dessous se trouve une liste détaillée des besoins de l'Argentine en matière de technologies sans danger pour le climat :

Production d'énergie

- *Gazéification intégrée à cycle combiné :* Le projet CAPSA est une initiative américaine approuvée de mise en oeuvre conjointe touchant la transformation de six turbines à gaz à cycle simple en des turbines à gaz à cycle combiné dans une centrale de Capex, située dans la province de Nuegen. La transformation vers le cycle combiné entraînera une augmentation de 185 MW d'énergie produite par la centrale, par le biais de l'utilisation des déchets, sans augmenter la consommation de combustible. Les avantages totaux entraînés par l'énergie supplémentaire au niveau des GES sont évalués à environ 16,5 à 33 mt de CO2 au cours des 30 années où le projet sera en place.[201] D'autres projets comprennent une coentreprise entre l'Argentine et le Chili, qui comprend une centrale à cycle combiné alimentée au gaz et une canalisation de transport de 164 milles terrestres servant à relier la province de Salto de l'Argentine au nord du Chili.[202]

- *Remplacer le charbon et le pétrole par le gaz naturel :* Après le Venezuela, l'Argentine possède la deuxième plus importante réserve de gaz naturel de l'Amérique du Sud. La consommation d'énergie de l'Argentine se dirige de plus en plus vers le gaz naturel. La demande totale en gaz de ce pays a augmenté de plus de 80 % au cours de la dernière décennie.

[201] US Initiative on Joint Implementation. *Four Central and South American Projects to Reduce over 100 million tons of Greenhouse Gas.*, 17 mars 1999.
[202] US Energy Information Administration. *Argentina*, novembre 1998.

- *Augmentation de l'utilisation du nucléaire :* L'Argentine comporte le programme d'énergie nucléaire le plus évolué de l'Amérique latine. Une centrale nucléaire CANDU 6, soit *Embalse*, ayant une puissance de 648 Mwe, est présentement exploitée à près de 100 % de son facteur de capacité. Son facteur global de capacité a été de 83 % depuis sa mise en service en 1984. Actuellement, la centrale nucléaire *Atucha* I nécessite une mise à jour et la centrale *Atucha* II nécessite un investissement supplémentaire de 700 millions de dollars américains afin de compléter la construction et la mise en service.[203]

- *Cogénération :* En 1977, le INTA (*National Institute of Agriculture and Technology) Castelar Rural Engineering Department)* a commencé à faire des recherches sur l'utilisation du fumier et du rebut de récolte pour la production de biogaz (méthane). Les études sur le biogaz sont effectuées à l'Université de Rosario. Un des projets de cette université consiste à fournir 60 % de l'alimentation électrique d'une école par le biais de la transformation des déchets en biogaz. Actuellement, seules quelques entreprises du secteur privé utilisent des technologies de cogénération, qui comportent deux avantages, soit la maximisation du rendement énergétique global et la résolution du problème que constituent les déchets. Les émissions rejetées par ces technologies ont une faible teneur en CO, en matières particulaires, en NOx et en autres polluants. Avec des types plus petits de déchets cellulosiques tels que la sciure de bois ou les coques, le mélange des solides avec l'air est généralement utilisé dans la chambre de torsion. Les industries suivantes sont quelques-unes des industries utilisant cette technologie : *Cellulosa Argentina* (énergie produite à partir de tiges de maïs et de déchets de cellulose), *Nidera* (énergie produite à partir des coques de tournesols) et *Milanos Rio de la Plata* (utilise des déchets provenant de l'huile alimentaire pour la production de biogaz). Présentement, les entreprises dont la principale activité est d'installer des systèmes de cogénération servant à transformer des déchets en biogaz n'existent pas en Argentine.[204]

- *Rénover ou remplacer les centrales existantes :* Un groupement composé de *Siemens Power Generation* et de *Black & Veatch*, des États-Unis, prévoit rénover une unité faisant partie de la centrale à vapeur de Luyan de Cuyo, voisin de Mendoza en Argentine. *Siemens* fournira également une deuxième turbine à gaz ayant une puissance de 155 MW, destinée à la centrale de Tucuman, située au nord-est de l'Argentine.[205]

- *Énergies renouvelables :* L'Argentine compte des programmes simples d'énergie solaire et éolienne et examine les possibilités quant à l'augmentation de leur puissance. L'énergie solaire ne produit actuellement qu'environ 2 MW de puissance électrique et 1,8 GWh de génération par année, tandis que l'énergie éolienne fournit environ 3,4 MW de puissance et 7 GWh de génération par année.

---

[203] DFAIT. *The Environmental Market in Argentina.*
[204] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Argentina Environmental Technologies. Market Research Report*, 1996.
[205] DFAIT. *The Environmental Market in Argentina.*

- *L'énergie hydroélectrique :* L'Argentine possède une puissance hydroélectrique d'environ 8,1 GW. Les additions totales de 1997 atteignaient 2047 MW de nouvelle puissance provenant de nombreux projets complétés, dont *Yacyreta, Cada de Piedra, Filo Morado, Genelba,* et *Tucumán.*[206] Le gouvernement argentin a proposé la mise sur pied et l'exploitation de nombreux autres projets hydroélectricité par des concessions privées, dont *Garabí* (1880 MW), *Corpus* (2880 MW), et *Paraná Medio* (3000 MW). Le barrage hydroélectrique de Yacyreta, le projet de transport de la rivière Hidrovia, le nettoyage des nouveaux barrages hydroélectriques et d'irrigation de Cordoba et San Juan et les services d'électricité constituent des projets en cours supplémentaires qui nécessiteront des technologies et de l'équipement sans danger pour le climat.[207]

- *Énergie solaire photovoltaïque :* L'Argentine finance actuellement le ***Project for Supplying Electricity to the Argentine Scattered Population*** (PAEPRA) visant à fournir de l'électricité aux régions où la densité de peuplement est faible. Environ 1,85 million de personnes habitant 22 provinces comportent des parties de population rurale privées d'électricité et la plupart de ces utilisateurs finaux n'ont pas de réelle possibilité leur permettant de se brancher à un réseau électrique national ou provincial. Le projet a pour but de fournir de l'électricité à 1,4 million des 1,85 million d'habitants ruraux en plus de fournir de l'énergie à 600 services publics (écoles, petits hôpitaux, commissariats de police). Les coordonnateurs du projet évaluent que 75 % de l'énergie produite grâce à ce projet proviendra de la technologie solaire photovoltaïque, du moins en ce qui a trait aux collectivités se trouvant dans des régions obtenant le plus haut niveau d'ensoleillement.

  Le projet d'approvisionnement en eau (pour les petits villages de moins de 500 habitants), ***Small Village Water Supply Project,*** constitue une autre initiative d'énergie solaire réalisée par le ***National Institute for Water Sanitation*** (INOSE). Le projet prévoit fournir de l'électricité par le biais de panneaux solaires photovoltaïques pour le pompage de l'eau.[208] L'énergie solaire est également utilisée à La Plata pour l'éclairement de nuit et à El Cebollar afin de fournir de l'énergie à une installation souterraine de dessalement. L'énergie solaire est également produite pour fins d'utilisation à San José, la province de Mendoza, La Gruta, et la province de Catamarca.[209]

- *Énergie éolienne :* Santa Cruz, en Patagonie, habrite le plus important parc d'éoliennes du sud de l'Amérique latine. Le parc d'éoliennes est branché au système public et fournit 30 % de l'énergie dont les 12 500 habitants de Santa Cruz ont besoin. Le gouvernement de Santa Cruz a couvert 30 % des frais de financement et les autres 70 % ont été couverts par le ministère allemand de la Technologie et des

[206] US Energy Information Administration. *Argentina*, novembre.
[207] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Argentina Environmental Technologies. Market Research Report*, 1996.
[208] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Argentina Solar Energy Equipment Market. Research Report*, 1997.
[209] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Argentina Environmental Technologies. Market Research Report*, 1996.

Enquêtes. Les dix éoliennes installées ont une puissance totale de 1 MW.[210] De nombreuses collectivités des provinces du sud de l'Argentine sont branchées aux réseaux électriques locaux, qui produisent de l'énergie grâce à des générateurs Diesel. En ce qui a trait aux collectivités se situant également dans des régions à vents violents, les coordonnateurs du projet PAEPRA examinent la possibilité d'installer des systèmes hybrides vent-diesel, dans lesquels chaque générateur produirait entre 5 et 150 kW d'énergie.

D'autres projets d'énergie solaire comprennent :

- le Programme fédéral pour l'infrastructure des écoles rurales, réalisé par le ministère de l'Éducation. L'objectif est de fournir de l'électricité et de l'eau à 7000 écoles à travers le pays.
  - En particulier, le Programme d'électrification des écoles de la province de Buenos Aires touche l'électrification de 500 écoles rurales grâce à la technologie solaire et éolienne.[211]
- Le ministère des Énergies non classiques de la province de San Juan a entrepris un projet qui fournira de l'énergie à quatre districts grâce à l'utilisation de cinq systèmes photovoltaïques et de quatre systèmes hybrides éoliens-photovoltaïques.[212]
- La *US Trade and Development Agency* finance actuellement une étude touchant la production d'énergie combinée utilisant l'énergie éolienne et thermique pour une entreprise coopérative à Comodoro Rivadavia, Chubut.[213]

Utilisation ultime d'énergie

Transport

- *Véhicules plus efficaces :* La pollution produite par les véhicules à moteur contribue aux concentrations dangereusement hautes de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote dans les régions urbaines de l'Argentine. Les émissions provenant des véhicules sont maintenant réglementées par des normes nationales d'émissions et de bruit, applicables autant pour les nouveaux que pour les anciens véhicules. Ces normes encouragent l'adoption de technologies permettant de contrôler les émissions des véhicules, telles que les convertisseurs catalytiques. En janvier 1995, l'Argentine a mis en oeuvre l'Arrêté 875 visant à réduire les émissions des véhicules de 92 % au cours d'une période d'une durée de cinq ans. L'adoption de cette réglementation se fait par étapes jusqu'en 1999, conformément à un accord conclu entre les membres du marché commun du Cône sud (Mercosur) en 1993.[214]

---

[210] *Success Stories from Argentina*. www.ncat.org/hemisphere/success/country-text/argentin/re/WindMill

[211] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Argentina Solar Energy Equipment Market. Research Report*, 1997.

[212] I. bid.

[213] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Argentina Solar Energy Equipment Market. Research Report*, 1997.

[214] *Argentina Environmental Profile*

En 1985, un programme d'exemptions fiscales a été lancé afin de promouvoir le remplacement des carburants à base de pétrole par le gaz naturel comprimé. Jusqu'à maintenant, le programme de gaz naturel comprimé a mené au remplacement d'environ 12 % de l'utilisation du diesel dans la région métropolitaine de Buenos Aires. Des 400 000 taxis enregistrés, environ 65 % utilisent le gaz naturel comprimé, les autres taxis fonctionnant toujours au diesel. Des 15 000 autobus enregistrés, seulement 300 fonctionnent au gaz naturel comprimé. Les propriétaires de taxi préfèrent les voitures fonctionnant au gaz naturel comprimé, étant donné que les coûts du carburant sont légèrement inférieurs aux coûts du diesel et que les nouveaux taxis à gaz comprimé ont tendance à être de 30 à 35 % moins dispendieux que les nouveaux taxis au diesel. Cependant, le potentiel de transformation des autobus est limité, en partie parce que les nouveaux autobus au gaz naturel comprimé ont tendance à être plus coûteux que les autobus fonctionnant au diesel et aussi parce que les durées de recharge afférentes au gaz naturel comprimé sont trop longues.

Sources non énergétiques afférentes

- *Capture et utilisation des gaz d'enfouissement :* La gestion des déchets fait partie des préoccupations environnementales prioritaires de l'Argentine. Le projet de gestion des gaz d'enfouissement est une initiative américaine approuvée de mise en oeuvre conjointe touchant la création de systèmes de collecte et de combustion des gaz dans des sites d'enfouissement situés dans la région de Greater Buenos Aires. La *Coórdinacion Ecológia Area Metropolitana, Sociedad del Estado* (CEAMSE) possède et exploite les sites d'enfouissement et desserve la région de Greater Buenos Aires. Parce que les gaz d'enfouissement sont composés d'environ 50 % de méthane, la combustion des gaz d'enfouissement entraîne une importante réduction des émissions de méthane, par le biais de l'oxydation du méthane en dioxyde de carbone. Parce que le potentiel de réchauffement mondial du méthane est 21 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone, tout compte fait, ce projet entraîne une nette réduction des émissions de GES. Cinq millions de mégatonnes de déchets sont déposées annuellement dans les sites d'enfouissement de la CEAMSE. On prévoit que si tout le gaz produit par ces déchets est recueilli et brûlé, le projet entraînera une réduction des émissions de quatre millions de tm d'équivalent-CO2 par année. Sur une base d'une durée de vie nominale du projet de 20 ans, cela entraînerait l'élimination de 80 millions de tm d'équivalent-CO2.[215]

7.12.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

Les principaux problèmes environnementaux auxquels fait face l'Argentine sont la faible qualité de l'eau, la forte pollution de l'eau de surface, la pollution des eaux souterraines, les déchets dangereux et solides et les émissions dans l'atmosphère provenant de l'industrie. En effet, peu d'industries traitent leurs effluents, plusieurs d'entre elles se débarrassant de leurs déchets dans des centaines de dépotoirs à ciel ouvert non

[215] US Initiative on Joint Implementation. *Four Central and South American Projects to Reduce over 100 million tons of Greenhouse Gas.*17 mars 1999.

réglementés, éparpillés dans tout le pays. Donc, le contrôle de la pollution atmosphérique est pour ainsi dire inexistant.[216]

Une fois que les détails concernant les engagements volontaires pris par l'Argentine pour s'occuper de ses émissions de GES seront connus, la place qu'occupe l'atténuation des émissions de GES par rapport aux autres objectifs politiques deviendra claire. Bien que l'atténuation des GES ne soit pas actuellement une priorité directe, les mesures prises par l'Argentine pour améliorer la qualité de l'air et réduire les polluants atmosphériques aideront indirectement à réduire ces émissions.

Les problèmes de pollution atmosphérique urbaine sont concentrés dans les grandes villes et les régions industrielles de l'Argentine, dont Buenos Aires, Cordoba, San Lorenzo et Campana. En plus des secteurs énergétiques et industriels, des augmentations importantes du nombre d'automobiles constituent également une importante cause des niveaux grandissants de pollution atmosphérique urbaine. La demande globale pour du matériel de contrôle de la pollution atmosphérique est donc principalement concentrée dans les secteurs de l'électricité, de l'industrie et des transports.[217]

L'Argentine est le deuxième plus grand pays de l'Amérique du Sud, avec une population comptant 36,2 millions de personnes en 1997. La croissance annuelle moyenne de la population prévue pour les années 2005 à 2010 est de 1,1 %. L'Argentine compte également le PNB le plus élevé par habitant et les plus hauts niveaux de vie de l'Amérique latine. En fonction de la stabilité favorisée par le Plan de convertibilité de 1991, l'Argentine est devenue l'un des nouveaux marchés les plus prometteurs de l'hémisphère. La Loi sur la convertibilité de 1991 constituait le plan du ministre de l'Économie, Cavallo, visant à aligner le peso argentin avec le dollar américain.

Le gouvernement cherche à promouvoir la croissance économique dans des conditions de faible inflation et de viabilité externe, augmenter les économies et l'investissement, approfondir le processus de réforme structurelle et améliorer l'efficacité de l'économie.[218] Des politiques économiques continuelles mises en oeuvre depuis 1991 ont élevé l'Argentine à un niveau de stabilité économique jamais vu dans l'histoire récente. Au cours de 1997, la croissance économique a été de 8,4 %, avec une inflation minimum de 0,3 %. Les prévisions de croissance économique sont évaluées à 4,68 % pour 1999.

Suite à la solide performance économique de l'Argentine, la demande en électricité continue d'augmenter. Le gouvernement argentin s'engage à fournir de l'électricité aux régions rurales d'ici l'An 2000. Cela fait partie des efforts entrepris par ce pays pour répondre à la demande croissante. Les estimations du Secrétaire de l'énergie de l'Argentine indiquent que la demande énergétique de ce pays augmenterait de 4 % à 6 % par année de 1997 à 2000.[219] Par conséquent, la puissance de génération doublerait à un

---

[216] US Department of Commerce. *Argentina Environmental Technologies Market Export Plan*, octobre 1998.
[217] DFAIT. *The Environmental Market in Argentina*.
[218] US BEMS country commercial guides: Argentina
[219] US Energy Information Administration. 1998. *Argentina*. November.

rythme de 600 MW par année jusqu'à 2000. En 1996, la puissance installée pour la production d'électricité était d'environ 19,61 GW. Une puissance de génération supplémentaire de 14GW sera installée d'ici 2005 pour les besoins autant intérieurs qu'extérieurs. En plus des huit centrales thermiques à cycle combiné de l'Argentine, ayant une puissance totale de 1800 MW, dix centrales supplémentaires ayant une puissance de 3000 MW seront complétées d'ici 2000.[220]

Grâce aux ressources énergétiques abondantes du pays et de son marché énergétique libéralisé, les prix de l'énergie de l'Argentine sont plus ou moins bas par rapport à ceux des autres pays de la région. Des prix bas augmentent la demande en énergie et font également oeuvre de mesure incitative par rapport à l'utilisation excessive.

7.12.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

Comparativement à d'autres pays de la région, l'Argentine possède l'un des régimes environnementaux les moins élaborés. Bien que l'accent n'ait pas été habituellement placé sur les questions environnementales mais plutôt sur l'essor industriel, les préoccupations environnementales commencent à recevoir une plus grande attention de la part du gouvernement et de l'industrie. Les représentants du gouvernement ont récemment exprimé un désir d'attirer l'investissement étranger afin d'aider à mettre sur pied une industrie de technologie environnementale de classe mondiale.[221]

En 1995, l'Argentine représentait environ 14 % du marché environnemental de l'Amérique latine, totalisant 7,8 milliards de dollars américains, après le Brésil (44 %) et le Mexique (22 %). Environ 25 % des besoins environnementaux de l'Argentine sont comblés par le biais d'importations. Les lois environnementales provinciales ont une plus grande influence sur le marché que les lois fédérales, ce qui a pour effet de faire varier les débouchés selon les provinces et les régions. Buenos Aires est la plus importante région industrielle de l'Argentine. Buenos Aires possède le cadre de réglementation le plus élaboré et comporte le plus grand nombre de débouchés.

En 1998, le marché global de l'Argentine pour les technologies et services environnementaux totalisait environ 885 millions de dollars américains. Le segment de marché pour le matériel permettant de contrôler la pollution atmosphérique était évalué à 45 millions de dollars américains. Cela est plus ou moins faible compte tenu de la taille du pays et de son produit intérieur brut. Cependant, une fois qu'un cadre de réglementation environnemental plus efficace aura été mis en place, le marché pour les produits et services environnementaux devrait augmenter de façon importante.[222]

On prévoit que les segments de marché pour les autres technologies sans danger pour le climat augmenteront également suite aux initiatives entreprises par le gouvernement et le

---

[220] DFAIT. *The Environmental Market in Argentina*

[221] Personal Communication; Abyd Karmali (ICF Kaiser) with Dra. Maria Eugenia Di Paola (SeCzech Republicetaria de Planeamiento Urbano y Medio Ambiente, Government of Argentina), Americana Conference, 18 mars 1999.

[222] US Department of Commerce. *Argentina Environmental Technologies Market Export Plan*, octobre1998.

secteur privé dans le but d'augmenter l'approvisionnement en énergie propre. Au cours des quelques dernières années, l'Argentine a introduit des systèmes solaires photovoltaïques dans son réseau énergétique global. Par conséquent, le marché pour le matériel solaire photovoltaïque et les technologies afférentes augmente. De plus, suite à l'initiative du gouvernement visant à remplacer les carburants à base de pétrole par du gaz naturel comprimé, des débouchés importants existent également dans ce segment de marché.[223]

La privatisation a permis de régler directement le problème de la dette croissante en se dessaisissant des biens et des entreprises exploités inefficacement. De plus, on prévoit que les nouveaux propriétaires des biens privatisés amélioreront ces derniers en mettant à jour les équipements collectifs de l'Argentine. Le processus de privatisation de l'Argentine a entraîné des rénovations de centrales visant à augmenter leur rendement. Cela a été possible grâce à l'injection de capitaux par de nouveaux propriétaires privés. Ces rénovations ont également entraîné la réduction des émissions de GES.

Au cours des récentes années, l'Argentine est devenue une économie stable et solide, faisant d'elle un marché intéressant pour les investisseurs canadiens. L'économie intérieure a été déréglementée, a ouvert ses portes au commerce étranger et un cadre de travail pour les investissements étrangers a été mis sur pied. L'environnement actuel pour l'investissement étranger en Argentine est l'un des plus intéressants au monde. Les entreprises étrangères ne sont pas obligées de s'enregistrer auprès du gouvernement pour faire des affaires au pays. Elles reçoivent le même traitement que les entreprises locales, donc l'accès à tous les secteurs économiques et un accès égal aux programmes de subventions et aux contrats d'intéressement avec le gouvernement argentin.

Afin d'encourager l'investissement étranger, l'Argentine a employé des mesures de libéralisation unilatérale du marché ainsi que des accords commerciaux multinationaux. La grande partie de la structure complexe de barrières non tarifaires a été abolie en 1994, le tarif maximum a chuté de 50 % à 20 % sur la plupart des biens de consommation, le tarif moyen étant d'environ 10 %. Mercosur nécessite une élimination graduelle des tarifs sur les biens provenant des états membres et destinés à ces derniers, ainsi que la désignation d'un tarif extérieur commun (TEC).[224] Le système harmonisé des tarifs de l'Argentine a été mis en oeuvre en janvier 1992 et est aligné avec le Code de classification douanière de l'OMC. L'Argentine a également accepté le Code de la valeur en douanes de l'OMC.

De nombreuses entreprises étrangères continuent d'investir directement de façon importante et ont démontré leur désir de profiter des débouchés uniques apparaissant en Argentine suite à l'union de Mercosur avec le Brésil, le Paraguay et l'Uruguay. Au même titre que ses partenaires de Mercosur, l'Argentine a assumé un rôle actif dans les discussions auxquelles participaient 34 pays de l'Amérique du Nord, du Sud et centrale

[223] US Department of Commerce. *Argentina Environmental Technologies Market Export Plan*, octobre 1998.

[224] DFAIT. 1999. *Argentina: Profile and Overview*, janvier.

concernant la création de la Zone de libre-échange des Amériques (ZLÉA).[225] De plus, les exportations vers les pays faisant partie du Mercosur doivent respecter les exigences internationales, non seulement en ce qui a trait aux déchets mais également en ce qui a trait à l'utilisation de technologies sans danger pour l'environnement. Ces exigences nécessitent de plus hauts niveaux de performance environnementale devant être réalisés par les entreprises locales.[226]

Le commerce entre l'Argentine et le Canada a augmenté considérablement au cours des récentes années. Durant la période située entre 1995 et 1996, le commerce bilatéral a augmenté de 226 millions de dollars canadiens à près de 400 millions de dollars canadiens. Au cours de la première moitié de 1998, le commerce bilatéral a totalisé 278,6 millions de dollars canadiens. Les exportations canadiennes vers l'Argentine comprennent la machinerie, les produits agriculturaux, les minéraux et les métaux, le matériel de télécommunications, les appareils mécaniques et électriques, le papier journal, les plastiques et les produits chimiques. Les entreprises créant de nouvelles relations d'affaires en Argentine représentent une vaste gamme d'industries et de technologies de partout au Canada.

L'investissement canadien direct en Argentine a totalisé 1,4 milliard de dollars canadiens à partir de 1997.[227] Le gouvernement de l'Argentine a également prédit que le Canada se classerait au troisième rang des investisseurs dans le cadre de la nouvelle vague d'investissement pour la période de 1995 à 2000. La visite de 1998 de l'Équipe Canada en Argentine a permis la conclusion de 75 nouveaux contrats d'affaires d'une valeur de 143 millions de dollars canadiens. Afin d'appuyer ces développements, le Canada a signé une Convention de double imposition avec l'Argentine et des discussions sont en cours ayant pour but de conclure un nouvel accord sur la protection des investissements étrangers.

Bien que les technologies, produits et services canadiens aient une excellente réputation, les fournisseurs canadiens de technologies environnementales pourraient trouver avantageux de former des coentreprises ou des partenariats avec des entreprises locales afin de profiter des débouchés de plus en plus présents en Argentine. De plus, les entreprises canadiennes ont besoin d'un représentant local reconnu étant familier avec le marché.[228]

Les entreprises canadiennes pénétrant ce marché feront face à une concurrence féroce de la part des entreprises américaines et européennes. Les entreprises américaines possèdent la plus grande part du marché environnemental argentin et sont les principaux

---

[225] Embassy of the Republic of Argentina and Department of Foreign Affairs and International Trade Ottawa. *A Canadian Business Guide: Trade and Investment Opportunities in the Republic of Argentina,* juillet 1997.
[226] US & Foreign Commercial Service and US Department of State. *Argentina Environmental Technologies. Market Research Report*, 1996.
[227] DFAIT. *Fact Sheet: Argentina*, mars 1999.
[228] Embassy of the Republic of Argentina and Department of Foreign Affairs and International Trade Ottawa. *A Canadian Business Guide: Trade and Investment Opportunities in the Republic of Argentina*, juillet 1997.

fournisseurs de systèmes d'assainissement des eaux et des effluents liquides. Les entreprises australiennes occupent la tête des exportations de technologies minières et environnementales, les entreprises suisses sont reconnues pour leur matériel de contrôle et de surveillance de la pollution atmosphérique et les entreprises canadiennes occupent la tête en ce qui a trait aux mesures correctives destinées aux sols. Des entreprises japonaises, espagnoles, anglaises et italiennes sont également présentes à une échelle moins grande.[229]

Bien que le Brésil soit le plus important partenaire commercial de l'Argentine et le bénéficiaire de 30 % de ses exportations, en 1996, 24 % des importations de l'Argentine provenaient des pays membres de Mercosur, 23,4 % des pays de l'ALÉNA et 29,1 % des pays de l'Union européenne.

Environ 70 entreprises canadiennes sont installées en Argentine et la Chambre de Commerce Canada-Argentine a croissé rapidement, comptant 44 membres confirmés depuis septembre 1998.[230] Les entreprises canadiennes présentes dans le secteur environnemental de l'Argentine sur une base continue comprennent *Jacques Whitford*, *Golder Associates* et *SNC Lavalin*.

7.13 la Thaïlande

7.13.1 Évaluation des besoins

Ci-dessous se trouve une liste détaillée des besoins de la Thaïlande en matière de technologies atténuant les GES :

Production d'énergie

- *Virage vers des combustibles à plus faible teneur en carbone :* En raison des impacts environnementaux négatifs produits par le lignite, son utilisation dans le cadre de projets d'énergie futurs sera grandement réduite. D'ici l'an 2006, l'EGAT prévoit réduire à 13 % la portion de puissance installée dans les centrales thermiques alimentées au lignite. De nombreuses centrales alimentées au mazout désuètes seront retirées et leur portion de puissance installée diminuera de 23,7 % en 1993 à environ 6 %. Afin de compenser, la Thaïlande augmentera son utilisation de combustibles plus propres et de charbon importé, soit de 0 % en 1993 à environ 44 % en 2006. Par conséquent, l'utilisation d'énergie importée augmentera de 0 à 7 %.[231]

  Le gaz naturel et le gaz naturel liquéfié continueront de fournir plus de 40 % des combustibles pour la production d'énergie.[232] En 1998, la Thaïlande était classée

[229] DFAIT. *The Environmental Market in Argentina.*
[230] DFAIT. *Argentina: Profile and Overview*, janvier 1999.
[231] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan*, 1998.
[232] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan*, 1998.

parmi les dix premiers pays au monde en ce qui a trait à la production d'électricité à partir du gaz naturel.[233] Les réserves de gaz naturel sont limitées et insuffisantes pour la production future d'énergie. Donc, la Thaïlande dépendra de plus en plus de sources extérieures d'énergie au cours du prochain siècle.

Augmentation de l'utilisation des ressources renouvelables

La recherche effectuée par la Thaïlande pour des ressources énergétiques de rechange renouvelables constitue une initiative plus ou moins nouvelle. Des débouchés existent pour une technologie et des projets faisant appel à la biomasse, au biogaz, à l'énergie solaire, éolienne et à l'énergie provenant des batteries. Grâce au Fonds pour le rendement énergétique, des projets sont appuyés principalement pour fins de démonstration. Des technologies telles que la transformation de la biomasse, des gaz d'enfouissement, des eaux usées et des déchets animaux en énergie sont actuellement en phase d'élaboration.

- *Électricité tirée de la biomasse* : L'EGAT est intéressé à acheter des projets réalisés par des producteurs d'énergie en faible quantité, utilisant des combustibles non classiques tels que la biomasse, les écorces de riz ou le bois de chauffage planté spécialement pour la production de combustible. Les écorces de riz destinées aux projets de production d'énergie ne seront sensiblement pas utilisés de façon importante en Thaïlande en raison des activités dispersées de transformation du riz. Le gaz naturel, le pétrole ou le charbon peuvent être utilisés pour compléter les combustibles tirés de la biomasse. Les industries les plus intéressantes relativement à l'élaboration de projets utilisant la biomasse touchent le sucre, le riz, les scieries, l'huile de palme et les pâtes et papiers.

Utilisation ultime d'énergie

Industrie

- *Équipement industriel plus efficace* : L'EGAT encourage le concept du stockage de l'énergie thermique (SET) et fait la démonstration de cette technologie à son bureau central. Dans le secteur privé, les institutions et l'industrie, on évalue la possibilité de rénover les bâtiments grâce à des systèmes de SET. Le SET est une technologie ayant pour but de diminuer le niveau maximal de la demande en électricité et de réduire le nombre de centrales devant être construites. Le dispositif à eau glacée de l'Institut asiatique de technologie est un projet pilote utilisant le SET. Les systèmes de SET accumulent de l'énergie réfrigérante en utilisant l'énergie produite durant les heures creuses (21h30 à 8h00), lorsqu'il n'y a pas de surcharge de la demande pour de la glace ou de l'eau glacée. Le système décharge alors l'énergie réfrigérante stockée le jour suivant pour la climatisation ou les méthodes de refroidissement. Cela sera le première système de stockage d'eau glacée en Thaïlande. Si cette démonstration est réussie, des débouchés importants apparaîtront avec les utilisateurs finaux de l'industrie et des institutions.

[233] Agence internationale de l'énergie. *Key World Energy Statistics*, 1998.

L'EGAT prévoit également mettre en oeuvre un programme de moteurs de 2 % à 10 % plus efficaces que les moteurs classiques. Les économies éventuelles sont extrêmement importantes étant donné que plus d'un tiers de l'électricité de la Thaïlande est utilisée dans les moteurs d'usines. Les évaluations préliminaires du programme de moteurs à haut rendement indiquent une économie de 70 MW et de 375 GWh sur une période de quatre ans. En 1998, l'*International Institute for Energy Conservation* a évalué à 39 millions de dollars américains le marché pour des moteurs à haut rendement énergétique.[234]

Transport

- *Véhicules plus efficaces* : Bangkok et les autres grandes villes de la Thaïlande souffrent d'une sévère pollution atmosphérique au niveau du sol en raison du nombre grandissant de véhicules et des conditions de circulation intense. Bangkok est remarquée pour ses embouteillages, contribuant encore plus au problème grandissant de la qualité de l'air. En 1995, le transport a représenté plus de 38,5 % de la consommation énergétique totale de la Thaïlande, tandis que la consommation totale d'essence a augmenté d'environ 12 % par année et que la consommation de diesel a pour sa part augmenté de 15 %.[235] Les principaux carburants utilisés pour le transport en Thaïlande sont l'essence, le diesel et à un moindre degré, le gaz de pétrole liquéfié (G.P.L.).

  Les principales sources de polluants atmosphériques dans le secteur des transports sont les émissions provenant des motocyclettes à deux temps, des taxis tricycles, des camions et autobus lourds au diesel et des camions légers au diesel. Le Gouvernement Royal Thaïlandais a adopté un plan d'action visant à aborder la question de la pollution atmosphérique causée par les émissions provenant des véhicules routiers. Les éléments-clés comprennent l'augmentation de la surveillance de la pollution et des niveaux de bruit, la mise sur pied de normes relatives aux émissions pour les nouveaux véhicules, l'approvisionnement en essence sans plomb et en carburant diesel à faible teneur en soufre, la stipulation de la reformulation des carburants afin qu'ils brûlent plus proprement, l'encouragement de l'utilisation des carburants de rechange et l'obligation d'utiliser des carburants sans dégagement de fumée pour les véhicules à deux temps. Un nombre de mesures ont déjà été prises, dont l'établissement de sites de surveillance à certaines des grandes intersections de Bangkok. En septembre 1993, on a introduit une exigence selon laquelle les nouvelles voitures devaient être pourvues de convertisseurs catalytiques.

  Le gaz naturel comprimé a été utilisé pour la première fois en Thaïlande en 1983. Jusqu'à maintenant, la *Bangkok Metropolitan Transit Authority* a transformé 36 autobus au diesel en autobus au gaz naturel comprimé. Cependant, en raison de la faible qualité de la conception et de l'évaluation, les transformations d'autobus n'ont

[234] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan*, 1998.
[235] The International Institute for Energy Conservation, Sustainable Transport Program. *Alternative Transport Fuel Investment Opportunities in Bangkok, Thailand*, 1er septembre 1997.

pas obtenu tout le succès qu'elles auraient pu obtenir. Une installation de ravitaillement en combustible a été construite près de la centrale de l'EGAT, située au sud de Bangkok.[236]

La Thaïlande est l'un des plus importants fabricants et consommateurs de fourgonnettes et de motocyclettes au monde. Pour cette raison, le segment de l'industrie du véhicule motorisé comporte le plus grand potentiel pour les technologies utilisant des combustibles de rechange. À court terme, les débouchés les plus prometteurs pour les combustibles de rechange et les technologies afférentes aux véhicules et à l'infrastructure en Thaïlande se trouvent au niveau du gaz naturel comprimé et de l'électricité. En ce moment, l'éthanol et le G.P.L. ne semblent pas constituer des solutions réalisables à court terme.[237]

Bangkok semble être une bonne candidate pour les véhicules électriques. Le remplacement graduel des véhicules à moteurs à combustion interne par des véhicules électriques pourrait avoir un impact important, entraînant la réduction de l'utilisation du pétrole, la diminution de la pollution atmosphérique et des émissions de GES, selon les technologies utilisées. En 1992, le *Ministry of Science Technology and Environment* (MOSTE) a approché l'USAID dans le but d'obtenir de l'aide relativement au contrôle de la pollution atmosphérique à Bangkok. Le *Thai Board of Investment* a accordé des privilèges à la *Phoalasith Tuk-Tuk Motor Company* afin que cette dernière puisse fabriquer des tricycles électriques en utilisant un moteur alimenté à batterie de fabrication américaine. Pour sa participation à ce projet pilote, l'entreprise thaïlandaise a bénéficié d'une coupure de 90 % des tarifs sur toutes les composantes importées pour les cinq premières années de production des tuks-tuks alimentés à l'électricité. *Pholasith* a investi 40 000 dollars américains pour acquérir la technologie et plus de 4 millions de dollars américains pour construire l'usine. Afin de faciliter la recharge des batteries des tuks-tuks, la *Phoalasith Tuk-Tuk* a déclaré qu'elle serait d'accord pour installer des chargeurs de batteries dans ses 400 stations d'essence. Les tuks-tuks classiques coûtent environ 2450 dollars américains, comparativement aux tuks-tuks électriques qui coûtent trois fois plus cher.[238]

Les véhicules électriques hybrides pourraient présenter le plus important potentiel pour la réduction de la pollution atmosphérique urbaine et des émissions de CO2 en Thaïlande. Un véhicule électrique hybride peut produire sa propre électricité à l'intérieur même du véhicule grâce à un petit moteur à combustion interne efficace. Soit l'essence ou un carburant de rechange tel que le G.P.L. ou le gaz naturel comprimé peuvent alimenter le moteur. Cette électricité est par la suite stockée dans des batteries fournissant de l'énergie au moteur électrique.[239]

---

[236] The International Institute for Energy Conservation, Sustainable Transport Program. *Alternative Transport Fuel Investment Opportunities in Bangkok, Thailand*, 1er septembre 1997.
[237] I. bid.
[238] I. bid.
[239] The International Institute for Energy Conservation, Sustainable Transport Program. *Alternative Transport Fuel Investment Opportunities in Bangkok, Thailand*, 1er septembre 1997.

La technologie de récupération des vapeurs d'essence constitue un autre domaine présentant des débouchés pour les fournisseurs canadiens de technologies sans danger pour le climat. Les organismes du gouvernement thaïlandais et les représentants du secteur privé ont ébauché des réglementations quant à la récupération des vapeurs d'essence. La récupération des vapeurs constitue un moyen efficace de prévenir l'échappement des gaz dangereux dans l'atmosphère tout en conservant le combustible. Les réglementations stipuleront que les terminaux d'essence, les camions de transport et les stations d'essence devront installer des appareils de récupération des vapeurs d'essence. Ces appareils devront être installés progressivement sur une période de cinq ans, soit de 1998 à 2003. Le potentiel de marché évalué pour la récupération des vapeurs en Thaïlande est de 300 millions de dollars américains sur une période de 10 ans.[240]

La Thaïlande est le deuxième plus grand marché au monde pour les véhicules légers. Cela représente un domaine privilégié en ce qui a trait aux débouchés pour les fournisseurs canadiens de technologies.

Bâtiments (résidentiels et commerciaux)

- *Appareils et équipement plus efficaces* : La promotion d'appareils à haut rendement énergétique constitue l'un des programmes de GAD de l'EGAT. Les efforts fournis par l'EGAT ont été grandement axés sur le fait d'encourager les fabricants d'appareils à fabriquer des produits ayant un meilleur rendement énergétique et d'insister pour que le public les utilise. Le bureau de GAD offre diverses mesures incitatives aux fabriquants produisant des appareils électroménagers ayant un meilleur rendement énergétique. La première activité encouragée par le programme de gestion axée sur la demande était un programme de tube fluorescent à haut rendement. Ce type de programme a été introduit en raison de son impact possiblement important sur les économies en énergie. En 1993, l'EGAT a signé un accord volontaire avec cinq importants fabricants de systèmes d'éclairage en Thaïlande, visant à fabriquer des tubes fluorescents de 36 W et 18 W afin de remplacer ceux de 40 W et 20 W. Au milieu de l'année 1995, tous les fabricants avaient effectué le remplacement. À la fin de 1997, une économie de 104 MW avait été réalisée relativement à la puissance maximum appelée.

  Le programme d'étiquetage des réfrigérateurs de l'EGAT compte parmi les initiatives de GAD entreprises par les Autorités ayant obtenu le plus de succès. Les premiers résultats du programme d'étiquetage des réfrigérateurs démontrent que l'initiative peut permettre une économie de la puissance maximum de 27 MW sur une période de cinq ans. Ce programme a débuté en 1994 avec la collaboration volontaire des cinq principaux fabricants de réfrigérateurs. Ce programme populaire a déclenché une concurrence sévère parmi les fabricants, ces derniers s'efforçant de fabriquer des réfrigérateurs ayant un haut rendement énergétique. De plus, le programme de systèmes de climatisation à haut rendement énergétique imitant de près le programme

[240] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan*, 1998.

de réfrigérateurs ayant obtenu du succès est également désigné pour une mise en oeuvre dans un futur rapproché. Le programme de climatisation a pour but d'économiser 23 MW sur une période de cinq ans. Pour ce faire, il bénéficiera d'un financement de 20 millions de dollars américains afin d'aider les finances publiques à acheter des systèmes de climatisation à haut rendement énergétique, par le biais de prêts sans intérêt.

Sources non énergétiques afférentes

- *Capture et utilisation du méthane d'enfouissement* : La Thaïlande produit des déchets à un rythme de 35 000 tonnes par jour et la production de déchets solides augmente à un rythme de 4 à 5 % par année à l'échelle nationale. Suite à cela, l'*Energy and Environmental Engineering Centre* (EEEC) de l'Université de Kasetsart et le *79 Group* ont mis sur pied une centrale électrique pilote devant être alimentée au gaz d'enfouissement provenant du plus important site d'enfouissement de la Thaïlande (le site d'enfouissement de Kampaengsaen). Étant donné que la technologie de production d'électricité grâce au gaz n'est pas utilisée actuellement en Thaïlande, les participants utilisent cette technologie à titre de projet de démonstration. Le système fonctionne dans le but d'utiliser une source d'énergie non utilisée, d'améliorer les conditions environnementales à Kampaengsaen et de réduire les émissions de méthane provenant des sites d'enfouissement. On espère que ce projet ouvrira la voie à la construction d'installations supplémentaires dans d'autres sites d'enfouissement partout en Thaïlande. Le projet a attiré un financement provenant de la famille royale thaïlandaise par le biais de la *Chai Pattana Foundation, Thailand's National Energy Policy Office* (NEPO), et du *Kenan Institute Asia*, par le biais du programme de partenariat de développement États-Unis - Thaïlande. Après une phase de démonstration ayant remporté du succès, on prévoit que le secteur privé investira dans une installation complète située au site d'enfouissement de Kampaengsaen. Dans le cadre de la phase de démonstration, l'installation produit 650 kW d'énergie. À sa phase complète, l'installation sera en mesure de produire environ deux à cinq MW d'énergie.[241]

7.13.2 Facteurs influençant les besoins en matière de technologie

Les principaux problèmes environnementaux auxquels fait face la Thaïlande actuellement comprennent la faible qualité de l'air en raison des émissions automobiles et des embouteillages dans ses grandes villes, le traitement des eaux usées et des eaux et la gestion des déchets solides. En ce moment, l'atténuation des GES ne constitue pas une priorité gouvernementale. Cependant, dans le cadre des efforts continus fournis par la Thaïlande dans le but de surveiller la qualité de l'air et de contrôler la pollution provenant des secteurs hautement énergétiques, un nombre important d'émissions de GES sont indirectement réduites.

[241] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan*, 1998.

Le développement industriel rapide de la Thaïlande (taux de croissance de 20 % par année au cours de certaines années), son rythme élevé d'urbanisation, et la croissance explosive du nombre d'automobiles ont entraîné de graves problèmes liés à la qualité de l'air dans les villes thaïlandaises. Ces problèmes sont issus des procédés industriels et des émissions provenant des cheminées des centrales, des émissions d'automobiles et de la détérioration générale de l'air ambiant résultant de la construction et des autres activités industrielles en cours à Bangkok et à Chiang Mai. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) prévient que les niveaux de pollution atmosphérique à Bangkok dépassent les normes de sécurité de l'OMS de plus de 600 % dans certaines régions. Des technologies pouvant améliorer ces problèmes de pollution urbaine ainsi que réduire les émissions de gaz à effet de serre sont très en demande.

La Thaïlande comptait une population de 61,2 millions de personnes en 1998.[242] Le changement de population annuel moyen pour la période allant de 2005 à 2010 est évalué à 0,6 %.[243] Bien que le taux de croissance de la population soit plus ou moins lent, la taille de la classe moyenne de la Thaïlande augmente et on prévoit qu'elle continuera de le faire de façon importante au cours des prochaines décennies.[244] La Thaïlande a été le théâtre de la croissance économique la plus rapide du monde pour la période de 1986 à 1996, avec une croissance annuelle du PIB de près de 10 %. La combinaison de la croissance économique rapide et de la croissance lente de la population a augmenté le revenu par habitant à plus de 3000 dollars américains avant la dévaluation du baht, entraînant l'augmentation de la consommation des produits et services et par conséquent, l'augmentation de la consommation d'énergie.

Cependant, une crise financière soudaine survenue en 1997 a entraîné une légère baisse du PIB, soit 0,4 %. Cette crise était accompagnée d'une dévaluation du baht thaïlandais, ce dernier ayant passé d'environ 25 bahts pour un dollar américain à 50 bahts pour un dollar américain. Au cours de la même période, la croissance de la population a chuté de plus de 2 % à 1,3 %. En 1998, le PIB avait chuté à 116,2 milliards de dollars américains et le taux de croissance du PIB était de –8 %, par rapport à –4 % en 1997. De plus, l'inflation était de 8,1 % en 1998.[245]

Les problèmes économiques de la Thaïlande étaient principalement le résultat d'un excédent de dépenses et d'un excédent d'emprunts dans le secteur privé plutôt que des dépenses gouvernementales exagérées.[246] La chute économique de la Thaïlande a entraîné un grave déclin de la demande pour de l'électricité et des produits pétroliers. L'EGAT a annoncé des coupures dans plusieurs de ses programmes d'investissement.[247]

---

[242] *Fact Sheet-Kingdom of Thailand*, avril 1999. (www.infoexport.gc.ca), 12 mai.
[243] The World Resources Institute. *1998-99 World Resources: A Guide to the Global Environment.* Oxford University Press. New York, 1998
[244] The International Institute for Energy Conservation, Sustainable Transport Program. *Alternative Transport Fuel Investment Opportunities in Bangkok, Thailand*, 1er septembre 1997.
[245]. *Fact Sheet-Kingdom of Thailand*, avril 1999 (www.infoexport.gc.ca), 12 mai.
[246] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan, 1998*
[247] US Department of Commerce. *Thailand Energy Sector Update*, 5 mai 1999.

Cependant, le nouveau gouvernement du Premier Ministre Chuan Leekpai a réalisé certains progrès en ce qui a trait au rétablissement de la confiance économique.[248]

Selon les plus récentes prévisions de l'EGAT, la demande en électricité augmentera à un rythme de 6 à 7 % par année de 1999 à 2001, en dépit de la situation économique précaire de la Thaïlande, par rapport à 10 % au cours des années précédentes.[249]

L'EGAT est présentement en train de privatiser ses activités et augmente grandement l'étendue de la participation privée dans le secteur de l'énergie. En 1991, la Thaïlande est devenue la première nation asiatique à incorporer officiellement un programme exhaustif de gestion axée sur la demande (GAD). L'EGAT, en collaboration avec la *Metropolitan Electricity Authority* (MEA) et la *Provincial Electricity Authority* (PEA), est responsable de la mise en oeuvre de ce plan totalisant 189 millions de dollars américains.

Les estimations initiales du programme de GAD ont démontré des économies d'énergie globales de 1427 GWh, une réduction de 238 MW de la puissance maximum et des réductions d'émissions de GES de 1,16 million de tonnes de CO2 par année avant la fin de 1997. Selon la Banque mondiale, le projet de GAD de la Thaïlande est le meilleur de l'Asie et se classe parmi les huit premiers des 110 programmes existant au monde, selon le Fonds pour l'environnement mondial.[250]

Au cours de la période de cinq ans allant de 1997 à 2001, le secteur de l'énergie thaïlandais sera restructuré par la privatisation des services publics d'électricité, jusqu'à 50 % des parts étant offertes aux investisseurs intérieurs et étrangers. Afin d'assurer une réserve énergétique fiable et constante, la Thaïlande fait preuve de prudence dans les efforts qu'elle fournit pour privatiser les services publics d'électricité.

Pour la période du *Eighth National Plan* (1997 à 2002), les dépenses d'investissement devant être effectuées dans le secteur de l'énergie de la Thaïlande étaient évaluées à 18,4 milliards de dollars américains. Jusqu'en 2011, des plans étaient en place pour augmenter la capacité de production de 30 029 MW à un total de 43 918 MW. De ces 43 918 MW, 8100 MW devaient provenir de producteurs d'électricité indépendants et environ 300 MW de producteurs d'énergie en faible quantité.[251]

De nombreux plans de développement énergétique de l'EGAT visant à assurer les demandes énergétiques futures de la Thaïlande sont réévalués suite à la récession économique à laquelle le pays fait face actuellement. Bien que l'EGAT ait signé des accords d'achat d'énergie avec sept groupements de PEI pour un total de 5,8 GW d'électricité pour une période de 25 ans, débutant en 1999, de nouveaux appels d'offres aux nouveaux producteurs d'électricité indépendants (PEI) ont été annulés. Seulement

---

[248] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan,* 1998.
[249] US Department of Commerce. *Energy Industry in Thailand,* 26 février 1999.
[250] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan,* 1998.
[251] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan,* 1998.

deux producteurs d'électricité indépendants construisent leur centrale et sont censés fournir de l'électricité au réseau national d'ici la fin de 1999 et en 2000 respectivement.[252]

7.13.3 Facteurs influençant l'accès aux marchés

L'*Energy Conservation Promotion Act* est l'une des 50 législations abordant les questions environnementales en Thaïlande. Cette loi a été adoptée afin d'augmenter le rendement énergétique des utilisateurs finaux et de fournir des avantages à l'industrie et à l'environnement thaïlandais. En vertu de cette loi, les propriétaires de bâtiments et d'usines touchés doivent nommer un gestionnaire de l'énergie, effectuer des vérifications énergétiques et mettre en oeuvre des mesures visant à économiser de l'énergie en fonction des résultats de ces vérifications énergétiques. La loi servira ainsi de mesure incitative de marché pour les technologies permettant d'économiser l'énergie.

Le gouvernement thaïlandais établit également des normes d'efficacité pour les appareils, l'équipement et les matériaux. La promotion des énergies renouvelables constitue un autre élément important de la loi. L'*Energy Conservation Fund* a été mis sur pied dans le but d'appuyer la mise en oeuvre de projets d'énergie renouvelable. Le *National Energy Policy Office* (NEPO) est responsable de la surveillance de cette loi et le *Ministry of Science Technology and Environment's (MOSTE) Department of Energy Development and Promotion* constitue le principal organisme d'exécution.[253]

Le *US Department of Commerce* (DOC) a évalué le matériel de contrôle de la pollution et le marché des services environnementaux de la Thaïlande à environ 1 milliard de dollars américains en 1995. Le *Kenan Institute of Private Enterprise* a évalué que le marché thaïlandais global augmentait de 20 à 25 % par année et qu'il atteindrait 1,5 milliard de dollars américains en l'An 2000. Cependant, en raison de la crise économique survenue dans ce pays en 1997, on ne prévoyait pas que le marché augmenterait entre 1998 et 1999.

Le marché du rendement énergétique de la Thaïlande est alimenté par deux principales élaborations de politiques : le programme de gestion axée sur la demande (1991) et la Loi pour la promotion de la conservation de l'énergie (1992). Le marché total pour les produits à haut rendement énergétique était évalué à près de 600 millions de dollars américains en 1995, les importations représentant 310 millions de dollars américains. Les produits à haut rendement énergétique peuvent être divisés en trois secteurs, soit industriel, commercial et résidentiel, chacun représentant respectivement 60 %, 30 % et 10 % du marché total.

Le marché global pour le contrôle de la pollution atmosphérique est évalué à environ 90 millions de dollars américains par année avec une croissance d'environ 15 à 20 % par

[252] US Department of Commerce. *Thailand Energy Sector Update*, 5 mai 1999.
[253] US Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan*, 1998.

année selon le *Asia Environmental Business Journal*. Une croissance encore plus rapide est prévue relativement au matériel de contrôle des émissions gazeuses.

Des débouchés importants existent également en ce qui a trait aux produits, à l'équipement et à la technologie permettant de conserver l'énergie. La taille du marché a été évaluée à 719 millions de dollars américains par l'*International Institute for Energy Conservation*.

La Thaïlande compte plus de 20 000 usines du secteur privé classées comme étant des industries polluantes. Cela présente des débouchés exceptionnels en ce qui a trait au travail au sein du secteur privé. Le *Thai Board of Investment* estime que les usines du secteur privé dépensent environ 4 % de leur nouveau capital investi sur de l'équipement et des installations de contrôle de l'environnement. La variable clé permettant d'évaluer le taux de croissance dépend de la volonté politique de la Thaïlande d'appliquer les réglementations encourageant le secteur privé à investir les sommes nécessaires permettant de respecter les normes existantes. L'engagement envers la préservation de l'environnement pourrait décliner si l'économie continue de ralentir et si les entreprises affirment qu'elles ne peuvent pas se permettre les améliorations nécessaires. Cependant, en raison de la situation économique, le nouveau gouvernement fera sensiblement de la croissance économique et de l'appui aux industries une priorité plus importante que l'amélioration de l'environnement.

Les principaux facteurs influençant le marché de la technologie environnementale sont donc :

- l'application efficace des réglementations environnementales existantes
- les dépenses effectuées par le gouvernement relativement à l'infrastructure environnementale
- la disponibilité du financement visant à appuyer les projets environnementaux du secteur privé
- les normes environnementales établies par les fabricants pour les fournisseurs
- les normes environnementales relativement aux importations dans les marchés étrangers
- le potentiel perçu pour les produits écologiques
- les coûts des facteurs de production industriels tels que l'eau et l'énergie
- le rythme auquel les normes de gestion environnementale telles que ISO 14000 sont adoptées
- la privatisation des projets d'infrastructure

La Thaïlande est un membre de l'Organisation de coopération économique Asie-Pacifique et un membre fondateur de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). La Thaïlande est également un membre de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE).

Les tarifs douaniers pour les produits à haut rendement énergétique sont fixés à 30 à 35 %. Cependant, les droits d'importation peuvent être négociés jusqu'à aussi peu que 5 %. Toutefois, il s'avère souvent difficile de prouver que les produits ont effectivement

un haut rendement énergétique à moins que ces derniers ne reçoivent un appui solide de la part d'un organisme du gouvernement thaïlandais.[254]

Le commerce bilatéral total entre le Canada et la Thaïlande totalisait 1,6 milliard de dollars canadiens en 1997, desquels 1,2 milliard étaient des exportations thaïlandaises vers le Canada tandis que 466 millions étaient des exportations canadiennes. En 1998, les exportations canadiennes vers la Thaïlande avaient subi une baisse de 38 % en raison de la dépréciation du baht. En juin 1998, le Canada a consenti à une ligne de crédit de 500 millions de dollars américains pour la Thaïlande, en tant qu'élément d'une trousse d'aide du FMI en réponse à la crise financière dont souffrait la Thaïlande.[255]

En 1997, les importations totales vers la Thaïlande totalisaient 55,1 milliards de dollars américains, la majorité provenant du Japon, des États-Unis, de Singapour, de la Malaisie et de l'Allemagne. Dans le secteur de l'énergie, la concurrence étrangère avec l'Allemagne, le RU, la Suède et le Japon est très féroce. Les États-Unis et le Japon sont les principaux fournisseurs d'équipement de production d'électricité de la Thaïlande. Les fabricants japonais détiennent environ un tiers des parts de marché en ce qui a trait aux technologies à haut rendement énergétique. Les États-Unis détiennent environ 25 % des parts, l'Allemagne, 15 %, et la Taiwan, Singapour, Hong Kong, l'Australie et le RU détiennent de plus petites parts. Les Européens et les Japonais possèdent maintenant des assises manufacturières en Thaïlande depuis de nombreuses années et augmentent présentement le nombre des produits offerts afin d'inclure des produits à haut rendement énergétique. Le marché thaïlandais est donc susceptible d'offrir de bons débouchés aux fournisseurs canadiens, mais également une concurrence féroce.

[254] U.S Department of Commerce. *Thailand Environmental Technologies Export Market Plan.* 1998

[255] DFAIT. *Canada-Thailand Relations.* 1998.

Annexe 8

Croisement des besoins intérieurs et internationaux

Combustibles fossiles

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Améliorer le rendement en matière d'énergie et de carbone Pipelines plus efficaces Gaz naturel et combustibles liquides Réduire les émissions fugitives de gaz	Information sismique améliorée Conception des trépans améliorée Systèmes de récupération de chaleur Électrification des chantiers de forage Séparateurs d'huile et eau de fond Indicateurs de pression et de température de fond Augmentation du rendement de l'utilisation des gaz combustibles Brûleurs à haut rendement pour la production de pétrole et de gaz naturel Augmentation des panaches en boucle Turbines au gaz naturel à haut rendement ayant un faible taux d'émission Traitement des gaz d'échappement Agents réducteurs de résistance ou de viscosité pour les pipelines Pompes centrifuges à haut rendement pour les pipelines Valve de coulée spécialisée Débitmètres soniques dans les pipelines Combustible à l'éthanol Carburants d'aviation améliorés Combustibles à l'éthanol et additifs d'éther méthyltertiobutylique Amélioration de la détection des fuites	Les débouchés les plus prometteurs se situent en Russie, au Mexique, en Ukraine, en Chine, en Inde et en Indonésie « Intérêt CBM » en Chine, en Inde et en Ukraine Réduction des gaz fugitifs– É-U., Australie, Russie

Production d'énergie

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Transformation des combustibles fossiles plus efficace Remplacer le charbon par le gaz naturel Hydrogène Augmentation de l'utilisation des systèmes intégrés Rénovation des centrales existantes Augmentation de l'utilisation des combustibles de rechange	Centrales de combustion pressurisée en lit fluidisé au charbon; lits fluidisés circulants à pression atmosphérique; raffineries de charbon; centrales à charbon pulvérisé améliorées; combustible dérivé de l'eau et du charbon (schlamms); orimulsion; conversion du charbon vers le gaz, brûleurs capables de traiter le gaz riche; production d'hydrogène à partir de l'électricité; réduction de l'hydrogène grâce à l'électricité sans CO2; augmenter la durée de vie des réacteurs Candu; amélioration des systèmes de traitement des déchets de combustible nucléaire; améliorer les produits Candu afin d'augmenter la durée de vie; amélioration de l'utilisation et de la rentabilité des sources d'uranium par le biais d'une technologie améliorée de réacteur nucléaire; cogénération; magnétohydrodynamique des fluides; remotorisation; transformateurs électriques à haut rendement; meilleur rendement en ce qui a trait au stockage de l'énergie; hydrolyse enzymatique ou fermentation; biocombustibles; énergie solaire thermique; solaire photovoltaïque; énergie géothermique; énergie éolienne; énergie marémotrice; énergie hydroélectrique	Amélioration du rendement des centrales existantes – Inde, Brésil, Mexique Virage des combustibles à haute teneur en carbone vers des combustibles à faible teneur en carbone – É-U., Australie Centrale de cogénération - OCDE, chevauchement – É-U., Pologne, Mexique Énergie hydroélectrique en Chine, en Inde, aux Philippines, en Thaïlande Énergie nucléaire – République tchèque

Utilisation ultime d'énergie

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
		Émissions, pollution atmosphérique et congestion - Mexique, Chine, Inde, Brésil

- Transport

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Automobiles et véhicules légers à plus haut rendement Systèmes d'entraînement de la nouvelle génération pour les automobiles et les véhicules légers Camions lourds et autobus à meilleur rendement Systèmes d'entraînement de la nouvelle génération pour les camions lourds et les autobus Aéronefs à meilleur rendement Systèmes d'entraînement de la nouvelle génération pour les aéronefs, infrastructure améliorée Véhicules ferroviaires à meilleur rendement Modes de transport ayant un meilleur rendement énergétique Systèmes d'entraînement de la prochaine génération pour le chemin de fer Systèmes d'entraînement de la prochaine génération pour la marine	Amélioration aérodynamiques; pneus à la fine pointe de la technologie; matériaux à la fine pointe de la technologie; commandes électroniques et transmissions automatiques à la fine pointe de la technologie; éclairage; réservoirs de gaz naturel sécuritaires et polymorphes; technologie de récupération de la chaleur résiduaire, moteur à essence à injection directe; moteurs au diesel à la fine pointe de la technologie; améliorations des moteurs à explosion; moteurs stirling; moteurs à turbine au gaz; véhicules au gaz naturel; véhicules électriques; véhicules électriques hybrides; enceintes de stockage de l'hydrogène; postes d'avitaillement au gaz naturel moins dispendieux; moteurs isolés; autobus électriques; meilleure gestion des véhicules de transport; réduction de la consommation de carburant; composites destinés à la construction d'aéronefs; réduction de la traînée et du poids; augmentation de la taille; réacteurs à haut rendement; meilleur rendement des moteurs d'aéronefs; systèmes de gestion de la circulation aérienne ayant un meilleur rendement; résistance au roulement améliorée; simplification des procédés de chargement et de déchargement; diminuer le temps et les coûts associés aux transferts de modes de transport; éviter l'encombrement des terminus; améliorations aux moteurs diesel; turbines au gaz; systèmes électriques diesel	Bon rendement des combustibles et carburants. amélioration des transports publics Vastes applications à l'échelle internationale

- Foresterie

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Amélioration du rendement énergétique des produits connexes et des produits du bois	Haute intensité de raffinage au niveau de la production de pâte; technologies visant à améliorer le rendement du séchage et la récupération de la chaleur Approche systémique en matière de rendement énergétique Transport de la bouillie Capteurs sur machine Pressage à chaud Approche systémique en matière de rendement énergétique	

- Minéraux et métaux

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Amélioration du rendement énergétique du fer et de l'acier bruts, de l'aluminium, du ciment, du béton et de l'hydroxyde de calcium	Optimisation des procédés, amélioration des pratiques d'exploitation; de l'injection au gaz naturel au haut fourneau; procédé de récupération du gaz à l'aide de convertisseurs à oxygène; procédés de réduction par fusion; nouveau fer de réduction directe; production de fer par électrolyse; électrolyse rentable utilisant de l'électricité sans CO2; réductions d'hydrogène à l'aide du reformage à la vapeur du gaz naturel; moulage de plaquettes, anodes permanentes; anodes précuites améliorées; systèmes de distribution améliorés; virage vers le gaz naturel; commandes par ordinateur dans les fonderies; optimisation informatisée des procédés; optimisation des dimensions des particules des matériaux bruts servant à la distribution; installation des systèmes de préchauffage dans les fours à ciment; installation de précalcinateurs; remplacement des brûleurs de combustibles; étapes supplémentaires dans les cyclones de réchauffement; refroidisseurs de grilles comportant la récupération d'énergie; gaz naturel à haut	

	rendement énergétique; livraison d'aluminium en fusion; conception, géométrie et isolement des fours de réchauffage et des fours de maintien; utilisation du préchauffement de la chaleur résiduaire et des charges; activités de profilage; utilisation d'eau recyclée; réticulation des matières séchées à l'humidité; optimisation des fours de réchauffage et de maintien; commandes de procédés informatisées; optimisation de la livraison de castine; installation de systèmes de préchauffage; mise à jour des réfracteurs; virage vers le gaz naturel; fours de cuisson à haut rendement	

- Autres fabrications

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Prévenir l'oxydation du magnésium Substitution de matériaux dans le ciment et le béton Amélioration du rendement énergétique de la fabrication du matériel de transport Textiles; aliments et boissons Industrie générale	Gaz de couverture de rechange au magnésium; moulage au thixo pour les fondeurs de matrice; matériaux cimentaires supplémentaires dans le béton; systèmes de séchage à boucle fermée basés sur la déshumidification; hydroformage; technologie solaire; systèmes d'éclairage et de chauffage automatisés; matelas isolants pour les machines de moulage par injection; système de récupération de la chaleur; fours de cuisson à haut rendement énergétique; séparations par membrane moins intensives visant à remplacer la technologie thermique; procédé de récupération de la chaleur en deux étapes pour les centrales à vapeur classiques; stérilisateurs améliorés; transformation du CO2 en carbonates ou bicarbonates; systèmes de commandes à la fine pointe de la technologie; matériaux de procédés industriels intelligents; système de refroidissement intégré pour la gestion des charges maximales; moteurs industriels électriques à haut rendement; cuisson de nettoyage et coulure des pièces de métal	Rendement énergétique en matière de procédés industriels Chaudières industrielles Moteurs à vitesse réglable

- Bâtiments résidentiels

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Réduction de l'intensité énergétique dans le domaine de la construction Amélioration de l'efficacité opérationnelle globale	Réduction de l'intensité énergétique des matériaux de construction; utilisation de techniques de charpentage à la fine pointe de la technologie; système d'isolation pour bâtiments à la fine pointe de la technologie; technologie de pompe à chaleur; systèmes de mastic pour fenêtres à haut rendement énergétique; ventilateurs-récupérateurs de chaleur; technologie solaire; refroidissement passif; systèmes de gestion énergétique du bâtiment	Gestion axée sur la demande luminaires, climatisation. Nouvelles améliorations en matière de construction - Chine, Inde, Mexique, Brésil

- Bâtiments commerciaux

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Amélioration du rendement énergétique	Luminaires de bureau, CVC, chaudières plus efficaces	Gestion axée sur la demande Systèmes énergétiques centralisés - Pologne, Russie

Gestion du dioxyde de carbone

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Amélioration de la modélisation du carbone Amélioration de la séquestration du carbone	Simulation de la modélisation des puits de carbone, un modèle de budget relatif au carbone du secteur des forêts canadien, technologies de stockage géologique, techniques permettant de réduire la déforestation, augmenter le reboisement et la reforestation	

Sources non énergétiques afférentes

Besoin intérieur	Solution technologique	Débouché international
Réduction des GES provenant des déchets solides municipaux Amélioration de l'analyse des sols Réduction des émissions provenant des sources animales	Récupération des gaz d'enfouissement; technologies de déviation des déchets, technologies réduisant les émissions de méthane provenant des centrales de traitement des eaux usées, logiciel de modélisation de la gestion des déchets, technologies visant à réduire les déchets provenant du traitement et de l'emballage dans le domaine de l'agro-alimentaire; technologies de traitement des déchets provenant de l'industrie agro-alimentaire; technologies visant à réduire les sous-produits dans le domaine de agro-alimentaire; méthodes analytiques rapides permettant de détecter la présence de substances indésirables dans les sous-produits agro-alimentaires; outils permettant de quantifier, prédire et vérifier les changements au niveau de la semence des sols; réacteurs ayant un meilleur rendement; optimiser l'utilisation de la chlorophylle afin de transformer le CO2 en O2; production d'urée; gestion des parcours afin d'augmenter la séquestration du carbone et du nitrogène; gestion des terrains cultivables permettant de séquestrer le carbone et de réduire les NOx; additifs alimentaires pour le bétail; fertilisants	Capture et utilisation des gaz d'enfouissement Réduction des émissions de méthane provenant des systèmes destinés aux laiteries et au bétail

	et pratiques minimisant la production des NOx; technologie permettant de gérer les déchets animaux	

Annexe 9

Méthodologie utilisée dans le cadre d'une étude portant sur les mesures intérieures et internationales visant à atténuer les GES
Innovation technologique

L'approche utilisée par l'équipe de recherche pour effectuer ses tâches consistait à utiliser des rapports et des études internes, de la littérature récente au sujet du système national d'innovation ainsi que des consultations avec le groupe de travail sur les mesures et avec d'autres experts canadiens et internationaux, dans le but d'élaborer l'inventaire et l'analyse des mesures.

De nombreux défis méthodologiques sont afférents à la désignation et à l'évaluation des mesures. Tel que stipulé dans « Measuring the impact of publicly funded r&d », écrit par belinko et hollington en 1994, de nombreuses difficultés peuvent surgir dans le cadre de la désignation, de la mesure et de l'analyse des avantages découlant des mesures conçues dans le but de promouvoir l'innovation technologique. Par exemple, il y a souvent un long laps de temps entre la mise en oeuvre des mesures et la réalisation des avantages. De plus, de telles mesures ont souvent plusieurs buts, rendant l'évaluation objective de leur performance extrêmement difficile. Également, la diversité des mesures, s'échelonnant de l'établissement des normes à la recherche scientifique de base rendent les comparaisons valables souvent très difficiles. En raison de ces défis, l'équipe de recherche s'est souvent fiée à son meilleur jugement professionnel et à son expérience découlant de sa participation à diverses études sur l'innovation technologique au cours de la dernière décennie.

L'intérêt pour le concept du changement technologique démontré par de nombreuses disciplines académiques est réapparu dernièrement et ce, au sein d'économies de plus en plus fondées sur les connaissances. Cela est dû à la reconnaissance étendue de son impact important sur la croissance économique et sur la compréhension selon laquelle la technologie peut exacerber ou régler nos problèmes environnementaux. En bref, l'innovation est devenue le plus important facteur permettant d'améliorer la richesse et la compétitivité des nations. Les tentatives visant à favoriser l'innovation et le développement technologique ne se contentent plus de la recherche de base. La *politique* d'innovation doit aller plus loin en évaluant et en améliorant l'environnement socio-économique au sein duquel l'innovation est réalisée. Cependant, en dépit des nombreux efforts ayant été fournis en matière de recherche relativement à ce domaine au cours des dernières années, nos connaissances théoriques autant que l'évidence empirique disponible sont incomplètes. Il est clair qu'il existe de nombreux facteurs déterminants et de nombreux résultats en ce qui a trait à l'innovation et au développement technologique. Tous les facteurs pointent vers la complexité et la nature systémique de l'innovation. Les tentatives visant à concevoir des mesures permettant de promouvoir l'innovation technologique doivent donc adopter une perspective holistique et pluridisciplinaire.

Trois vastes approches théoriques existent pour la compréhension du processus de développement technologique et du rôle des mesures gouvernementales. Ces trois

approches sont les perspectives de déterminisme technologique, de déterminisme économique et de constructivisme social. Le déterminisme technologique est fondé sur le principe selon lequel les développements technologiques possèdent leurs propres dynamiques et contraintes déterminant la direction du changement même si ce dernier est stimulé par des mesures externes. Le déterminisme économique considère le marché et la concurrence économique en tant que principales forces de stimulation de l'innovation. Sensiblement, cette approche traite la technologie comme une boîte noire. Contrairement aux deux premières approches, le constructivisme social tente de s'éloigner de tels modèles unidirectionnels. Il soutient que les différentes parties intéressées sont en mesure d'exercer une influence sur le développement technologique et que ce dernier doit donc être perçu comme étant le résultat d'une interaction dynamique plutôt que comme une seule force de stimulation provenant de l'intérieur ou de l'extérieur d'une l'entreprise. Dans le cadre de cette étude, aucune de ces approches n'est utilisée, mais une préférence a toutefois été accordée au point de vue du constructivisme social. Il est cependant important de mentionner que l'approche utilisée ici en est une hybride qui tente d'analyser des mesures par le biais d'une vaste gamme de points de vue.

Annexe 10

Exemples de mesures nationales existantes

1. Programme des techniques de l'énergie dans les transports de CANMET
2. Programme des techniques de combustion de CANMET
3. Laboratoire de recherche en diversification énergétique de CANMET (LRDEC)
4. Technologies avancées pour l'optimisation et le contrôle des procédés CANMET
5. Technologies énergétiques pour les collectivités de CANMET
6. CANMET Heat Management R&D Program
7. Plan pour l'avancement de la technologie énergétique de CANMET
8. Le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET
9. Alberta Hydrogen Research Program
10. Small Power Research & Development Program
11. Programme d'aide au développement des technologies de l'énergie (PADTE)
12. Programme de productivité énergétique (PPE)
13. Programme des systèmes photovoltaïques pour le Nord (PV pour le Nord)
14. Western Technology Seed Investment Fund
15. Programme de la technologie des énergies de remplacement (PTER)
16. Partenariat technologique Canada (PTC)
17. Industrial Research and Development Institute (RDI)
18. Pilot Emission Reduction Trading Project (PERT)
19. Frais liés aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie au Canada (FEREEC)
20. Recherche et développement énergétiques dans l'industrie (RDEI)
21. Programme de développement et d'assistance technologique (DATECH)
22. Project Bessemer Inc.
23. Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (Paprican)
24. Forintek Canada Corporation's ATHENA Project
25. L'Organisation canadienne des recherches minières de l'industrie (CAMIRO)
26. Centre canadien pour la prévention de la pollution
27. Caisse du fonds pour l'environnement mondial
28. Comité consultatif national sur les technologies de l'air (CCNTA)
29. Le Programme de vérification des technologies environnementales (VTE)
30. Working Ventures Canadian Fund
31. Initiative fédérale dans le secteur du bâtiment (IFSB)
32. Programme de développement et de démonstration technologiques (PDDT)
33. Pan-Western Environmental Technologies Loan Program
34. Réseau scolaire canadien
35. L'Initiative internationale de gestion de l'environnement (IIGE)
36. Programme de création et de démonstration de techniques de conservation des ressources et de l'énergie
37. Guides technologiques
38. Transferts de la technologie environmentale
39. Organisation de coopération économique Asie-Pacifique
40. Projets bilatéraux en vertu du Protocole de Montréal

41. Canadian Environmental Industry Trade Missions
42. Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)
43. Loi sur les prêts aux petites entreprises
44. Banque de développement du Canada
45. Société d'aide au développement des collectivités (SADC)
46. Plan d'investissement communautaire du Canada (PICC)
47. Déduction pour amortissement accéléré (DAA)
48. Programme de développement des entreprises
49. Programme de financement pour les entreprises d'innovation au Québec
50. Environnement - Solutions canadiennes, CD ROM
51. Stratégies d'Industrie Canada
52. Environment Industry Virtual Office (VO)
53. Le Bureau de la performance environnementale des entreprises canadiennes (BPEEC)
54. Incitatifs fiscaux pour la recherche et le développement
55. Le Fonds ontarien d'encouragement à la recherche-développement
56. Programme fédéral des chaudières industrielles
57. Initiative des innovateurs énergétiques industriels
58. Programme de l'énergie forestière (ENFOR)
59. Initiative de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel
60. Bon $ens au Volant
61. Développement et démonstration pour la technologie de l'énergie nucléaire
62. ÉnerGuide
63. Programme Défi-climat (Mesures volontaires et Registre)
64. Initiative de mise en oeuvre conjointe du gouvernement du Canada
65. Projet pilote d'échange de réductions des émissions de gaz à effet de serre (PÉRÉG)
66. Programme national sur l'éthanol de la biomasse
67. Recherche et développement en matière de carburants de remplacement pour les transports
68. Programme de la maison performante
69. Programme de recherche et de développement énergétiques
70. Entente Canada-Alberta pour un environnement durable en agriculture
71. Agricultural Energy Use Database
72. Guides de conservation des ressources
73. Énergie renouvelable et énergie de remplacement - Diffusion de l'information
74. Étude sur l'hydrogène
75. Projet de démonstration d'énergie éolienne à Igloolik
76. Services énergétiques du Conseil International pour les Initiatives Écologiques Communales
77. Réseau de combustion sans émissions du Canada
78. Technology Innovation Centre (TIC), Dartmouth
79. Greater Hamilton Technology Enterprise Centre (GHTEC)
80. Programme de développement de l'entrepreneuriat au NRC
81. Hi Tech Entrepreneurship Association (HITE)
82. National Business Incubator Association (BIA) BatorLink Program
83. Entrepreneurship Centre, Ottawa

84. Règlement sur l'efficacité énergétique
85. Clean Vehicles and Fuels Program (B.C.)
86. Programme de productivité énergétique (PPE)
87. Energy Performance Contracting (Nova Scotia)
88. Auto Propane Market (Newfoundland)
89. Fédération canadienne des municipalités - bureau international
90. Motor Vehicle Emissions Reduction Regulation (B.C.)
91. APEC Harmonization of Equipment Standards
92. Programme de partenariat de recherche en foresterie
93. Centre des technologies de gaz naturel (CTGN)
94. Institut canadien de recherche du gaz (ICRG)
95. Programme professeurs-chercheurs industriels
96. Programme de chaires en gestion du changement technologique
97. Société canadienne de micro-électronique
98. Alliances de recherche universités-communautés
99. Fondation canadienne pour l'innovation
100. Regional Partnerships Program
101. Programme des réseaux de centres d'excellence (RCE)
102. BCIT Venture Program
103. BCIT Entrepreneurial Skills Training (BEST) Program
104. Parc de technologie bioscientifique d'Ottawa
105. University of Victoria Innovation and Development Centre - Incubation Facility
106. Initiative de développement du marché des carburants de remplacement
107. Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC)
108. Programme de consommation efficace de carburant des véhicules
109. Écoflotte
110. Innovateurs énergétiques Plus
111. ÉnerGuides pour les maisons
112. Renewable Energy Deployment Initiative énergie renouvelable (PENSER)
113. Initiative d'amélioration énergétique résidentielle
114. R-2000
115. Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST)
116. Canadian Innovation Centre
117. Office de la propriété intellectuelle du Canada (OPIC)
118. Fonds de nettoyage, Les Grands Lacs 2000
119. New Environmental Technologies Evaluation Program (NETE)
120. Ontario Business-Research Institute Tax Credit (OBRITC)
121. Crédit d'impôt à l'innovation de l'Ontario
122. Programme de stimulation fiscale pour la recherche scientifique et le développement (RS&DE)
123. ViaTech
124. Prêt destiné à l'amélioration d'une entreprise
125. Canada's Technology Triangle Accelerator Network (CTTAN)
126. Association canadienne du capital de risque (ACCR)
127. EnviroCapital
128. Environmental R&D Capital Corporation (ER&C)

129. Association canadienne de normalisation (CSA)
130. Sceau vert
131. Scientific Certifications Systems (SCS) (anciennement Green Cross)
132. Build Green Program
133. Programme de développement des fournisseurs du Gouvernement du Canada
134. Government Incorporating Procurement Policies to Eliminate Refuse (GIPPER)
135. Green Procurement Institute
136. Loi sur l'efficacité énergétique et Règlement sur l'efficacité énergétique
137. Base de données nationale sur la consommation d'énergie
138. PRECARN Associates Inc.
139. Laboratoire des Technologies Electrochimiques et des Electrotechnologies (LTEE)
140. Association canadienne de la technologie de l'information (ACTI)
141. Canadian Environmental Technology Advancement Centres (CETAC)
142. Association canadienne de la technologie de l'information (ACTI)
143. Programme d'apports technologiques (PAT)
144. ORTECH Corporation
145. Ontario Waste Materials Exchange (OWME)
146. Corporation des services et information sur les écotechnologies
147. Saskatchewan Opportunities Corporation (SOCO)
148. Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM)
149. Programme de Choix environnemental (PCE)
150. Entreprise autochtone Canada
151. Programme d'emploi en commerce international
152. Programme des initiatives d'éducation et de formation des utilisateurs (PIEFU)
153. Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)
154. Programme de partenariat de recherche MDN/CRSNG
155. Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH)
156. Subventions - Le Canada dans le monde
157. Codes modèles nationaux de l'énergie pour les bâtiments et les habitations
158. Stratégie d'emploi des jeunes
159. Conseil canadien des ressources humaines de l'industrie de l'environnement
160. Aboriginal Environment Training program
161. Brigade des jeunes environnementalistes (BJE)
162. Centres de recherches du Service canadien des forêts
163. Conseil de recherches médicales (CRM)
164. L'office de l'efficacité énergétique (OEE)
165. Les bourses du millénaire
166. Association pour la prévention de la contamination de l'air et du sol

Note : Certains titres n'existent pas en français ou n'ont pas été trouvés.

Annexe 11

Exemples de mesures internationales

1. Eco-Industrial Networking Software (US)
2. SO_2 Trading - The Acid Rain Program (US)
3. California's Regional Clean Air Incentives Market (RECLAIM) (US)
4. Arizona Technology Incubator (ATI) (US)
5. EcoDesign Program (Australia)
6. Centre for Environmental Assessment of Product and Material Systems (CPM) (Sweden)
7. Design for Environment Program (US)
8. National Energy Policy Act (US)
9. Electronic Conference on Alternatively Fueled Vehicles (US)
10. Carter National Energy Plan (US)
11. The Danish Wind Energy Program (Denmark)
12. Carbon Dioxide Tax (Sweden)
13. Accelerated Depreciation of Environmental Investments Measure (Netherlands)
14. The EUREKA Initiative (Europe)
15. 1993 White Paper on Science, Engineering and Technology (UK)
16. Centres de ressources technologiques (France)
17. CRADA: Co-operative Research and Development Agreements
18. Advanced Technology program (ATP) (US)
19. New Sunshine Program (Japan)
20. Voluntary Aluminum Industrial Partnership Program (US)
21. Clean Air Act Section 112 Standards(US)
22. Coalbed Methane Outreach Program (US)
23. Energy Star (US)
24. MACT (Maximum Achievable Control Technology) Rules (US)
25. Landfill Methane Outreach Program (US)
26. Natural Gas Star (US)
27. Ruminant Livestock Methane Program (US)
28. Utilities Program (US)
29. Transportation Partners (US)
30. Common Sense Initiative (US)
31. Common Sense Petroleum Refining Subcommittee (US)
32. Project XL for Facilities (Excellence in Leadership) (US)
33. Centre for Environmental Industry and Technology (US)
34. President Clinton's Executive Order on Government Procurement of Energy Efficient Computers (US)
35. Super-Efficient Refrigerator Program (Golden Carrot) (US)
36. National Industry Extension service (NIES) (Australia)
37. Technology Development Program (TDP) (Denmark)
38. The Technological Service Network (TSN) (Denmark)
39. Industrial Networks Program (NP) (Denmark)
40. The Danish Inventor's Centre (DIC) (Denmark)

41. Appui au transfert des technologies au niveau de l'Europe : Plan de développement transnational de l'infrastructure d'assistance à l'innovation et au transfert des technologies – Commission européenne
42. Project for Manufacturing Technology (Germany)
43. The AGIT Local Network (Germany)
44. Regional Technology Centres (RTC) (Japan)
45. The Plaza Program (Japan)
46. The Innovation Centre for Inventions (ICI) (The Netherlands)
47. Business Development Using New Technology Scheme (Norway)
48. Aragon Regional Support Program (Spain)
49. Fatronik (Spain)
50. NUTEK AMT Action Programs (Sweden)
51. The Computer-Integrated Manufacturing (CIM) Program (Switzerland)
52. The Flexible Manufacturing Systems (FMS) Scheme (UK)
53. Small Firms Merit Award for Research Technology (SMART) (UK)
54. British Technology Group (BTG) (UK)
55. Independent Research and Technology Organizations (RTO) (UK)
56. Teaching Company Scheme (UK)